

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**This Page Blank (uspto)**

PCT / IB 00 / 00097

MODULARIO  
I.C.A. - 101

IB 00 / 00097

1.1.04.00

Mod. C.E. - 1-4-7



# MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

DIREZIONE GENERALE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI



REC'D 25 APR 2000

WIPO PCT

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per IND.

N. T099 A 000552

Si dichiara che l'unità copia è conforme ai documenti originali depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati risultano dall'accleso processo verbale di deposito

17 MAR 2000

Roma, il .....

IL DIRETTORE DELLA DIVISIONE

Quirino Proietti

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



## A. RICHIENDENTE (I)

MERLONI ELETTRODOMESTICI S.p.A.

Denominazione

Residenza

Fabriano (AN)

## D. TITOLO

Metodo di gestione del consumo di energia da parte di apparecchi elettrodomestici

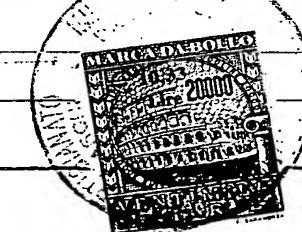
Classe proposta (sez/cl/scl) \_\_\_\_\_ (gruppo/sottogruppo) \_\_\_\_\_

## L. RIASSUNTO

Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze detto sistema di utenze comprendendo

- un insieme di utenze (U), comprendente a sua volta un insieme di utenze intelligenti (UI), dotate di sistemi di controllo (SC), detto insieme di utenze (U) essendo operativamente connesso a una rete di alimentazione dell'energia (RE)
- mezzi di misura della potenza (CE, NM), atti a trasmettere informazioni sul consumo della potenza (PD) a detti sistemi di controllo (SC)

laddove i sistemi di controllo (SC) operano il controllo del consumo di potenza dell'utenza intelligente (UI) associata in base alle informazioni sul consumo di potenza (PD) trasmesse dai mezzi di misura della potenza (CE, NM). Secondo l'invenzione si ha che ciascun sistema di controllo (SC) opera il controllo del consumo di potenza dell'utenza intelligente (UI) associata in base alle informazioni sul consumo di potenza (PD) e informazioni di stato dell'utenza intelligente (UI) associate ottenute dal sistema di controllo (SC) stesso, dette informazioni sul consumo di potenza (PD) e informazioni di stato (PriorEff) dell'utenza intelligente (UI) essendo elaborate per determinare una priorità (PriorEff), al fine di stabilire il diritto dell'utenza intelligente (UI) associata al consumo di pacchetti di potenza ( $\Delta P_i$ ) fruibili dalla rete di alimentazione dell'energia (RE).



## M. DISEGNO

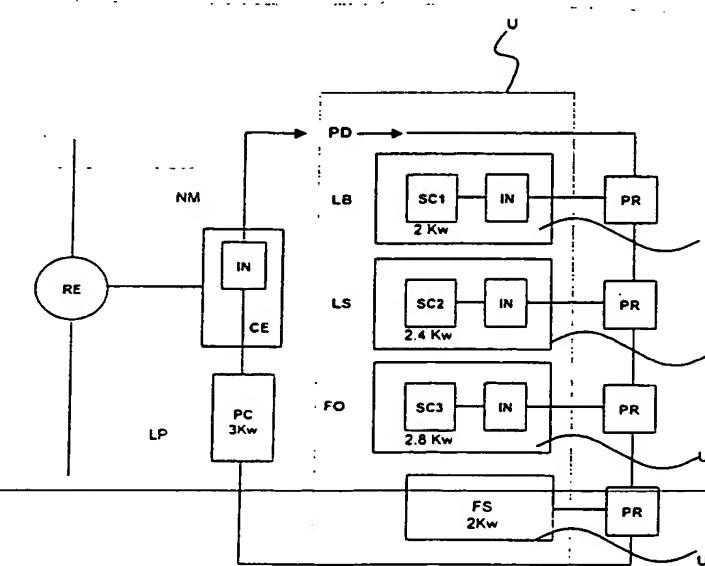


Figura 1



Descrizione dell'invenzione industriale dal titolo:

- ME017 -

**"METODO DI GESTIONE DEL CONSUMO DI ENERGIA DA PARTE DI APPARECCHI ELETRODOMESTICI"**

di Merloni Elettrodomestici S.p.A., di nazionalità italiana, con sede in Via Aristide Merloni 45, Fabriano (AN), ed elettivamente domiciliata presso Merloni Elettrodomestici S.p.A. - Ufficio Brevetti, Marchi, Via Pinerolo, 25 10060 Nove.

Inventore designato: Francesca MELONI, viale Zonghi, 17/b, 60044 Fabriano

Depositata il 28 GIU. 1999 No. 10 99A 000552

**RIASSUNTO**

Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze , detto sistema di utenze comprendendo

- un insieme di utenze (U), comprendente a sua volta un insieme di utenze intelligenti (UI), dotate di sistemi di controllo (SC) detti insieme di utenze (U) essendo operativamente connesso a una rete di alimentazione dell'energia (RE).
- mezzi di misura della potenza (CE, NM) attiva trasmettere informazioni sul consumo della potenza (PD) a detti sistemi di controllo (SC), laddove i sistemi di controllo (SC) operano il controllo del consumo di potenza dell'utenza intelligente (UI) associata in base alle informazioni sul consumo di potenza (PD) trasmesse dai mezzi di misura della potenza (CE, NM). Secondo l'invenzione si ha che ciascun sistema di controllo (SC) opera il controllo del consumo di potenza dell'utenza intelligente (UI) associata in base alle informazioni sul consumo di potenza (PD) e informazioni di stato dell'utenza intelligente (UI) associata ottenute dal sistema di controllo (SC) stesso; dette informazioni sul consumo di potenza (PD) e informazioni di stato (PriorEff) dell'utenza intelligente (UI) essendo elaborate per determinare una priorità (PriorEff), al fine di stabilire il diritto dell'utenza intelligente (UI) associata al

Merloni Elettrodomestici

Robert Dini

\*\*\*\*\*

### DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce ad un metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze detto sistema di utenze comprendendo

- un insieme di utenze, comprendente a sua volta un insieme di utenze intelligenti, dotate di sistemi di controllo, detto insieme di utenze essendo operativamente connesso a una rete di alimentazione dell'energia

- mezzi di misura della potenza, atti a trasmettere informazioni sul consumo della potenza a detti sistemi di controllo

laddove i sistemi di controllo operano il controllo del consumo di potenza dell'utenza intelligente associata in base alle informazioni sul consumo di potenza trasmesse dai mezzi di misura della potenza.

Quando in un determinato ambiente è presente un certo numero di utenze il cui funzionamento simultaneo richiederebbe la disponibilità di una risorsa in misura superiore a quella effettivamente disponibile, è opportuno provvedere una qualche forma di organizzazione automatica che limiti il numero di utenze attive contemporaneamente e/o imponga a tutte o ad alcune il funzionamento momentaneo in maniera ridotta. Tale necessità è particolarmente sentita per utenze domestiche ad alimentazione elettrica dove la risorsa in questione è la potenza elettrica contrattualmente disponibile. La forma di organizzazione deve scegliere le utenze da privilegiare di volta in volta sulla base di procedure che possono essere del tutto acritiche (i primi a chiedere sono i primi ad essere soddisfatti), oppure fare uso di criteri che, in modo più o meno complesso, rispettano livelli di priorità che sono stati assegnati alle utenze nello svolgimento del loro servizio.

La limitazione dei picchi di consumo è opportuna perché favorisce importanti economie a

monte; infatti i picchi di assorbimento costringono a sovradimensionare le strutture di erogazione dell'energia. Per l'utente tale limitazione può significare un risparmio, se il sovraconsumo è penalizzato con un aumento della tariffa, o migliori prestazioni globali, se al sovraconsumo segue il distacco della corrente.

Naturalmente qualsiasi sia la forma di organizzazione automatica, si presuppone l'esistenza di utenze più o meno "intelligenti", capaci cioè almeno di inviare segnali e/o di riceverne e di modificare il loro stato anche in conseguenza dei segnali ricevuti. In generale però deve essere inevitabilmente prevista anche la presenza di utenze non intelligenti, prive cioè delle capacità interattive delle utenze intelligenti.

Sono noti, ad esempio, sistemi in cui l'organizzazione viene ottenuta tramite una unità centrale che, opportunamente programmata ed informata dei dati necessari, coordina le utenze dando loro, o negando, il consenso ad attivarsi a piena potenza o anche a carico parziale. Fra queste, le unità centrali più evolute sanno anche tener conto, nella gestione delle esigenze di priorità relative ai servizi assegnati alle utenze.

Tale criterio di controllo centrale è espresso ad esempio nei brevetti US 4.324.987, US 4.418.333, US 5.544.036, US 5.436.510, US 5.625.236, US 5.598.349, US 5.543.667.

La gestione centralizzata della potenza tramite una unità centrale di coordinamento ("power manager") non va esente da molti inconvenienti, dovuti in particolare al fatto che se cambia la configurazione delle utenze (per eliminazione, sostituzione o aggiunta), anche l'unità centrale deve essere riconfigurata, come avviene ad esempio nel già citato brevetto US 5.436.510, nel quale, inoltre, una porzione prefissata della potenza assegnata è lasciata sempre a disposizione delle utenze non governabili o non intelligenti (ad. es. ferri da stirare, stufe elettriche, ecc.), decurtando di fatto perennemente la potenza di cui è consentito l'utilizzo.

Inoltre il livello di affidabilità globale di tali sistemi, è, al più, pari a quello dell'unità

Merloni Elettrodomestici  
Olekt 03

centrale; se questa si guasta, la funzionalità dell'intero sistema è compromessa; in alcuni ambienti, e in particolare in quello domestico, non è tollerabile che per integrare una singola utenza in un complesso sistema di servizi, se ne riduca l'affidabilità.

Un netto miglioramento si è ottenuto con il sistema descritto nel brevetto italiano

IT.01279545 a nome della stessa Richiedente, dove è sempre prevista una unità centrale,

la quale però non ha funzioni di coordinamento e comando delle utenze, limitandosi a fornire informazioni essenziali e cioè: potenza massima impegnabile, potenza impegnata effettiva (misurata in tempo reale), eventualmente tariffa energetica del momento, se previste tariffe a fasce orarie, e così via. In detto brevetto sono descritte utenze "intelligenti", le quali comunicano tra loro informandosi reciprocamente dei loro fabbisogni e dei loro gradi di priorità; ciascuna utenza intelligente prende atto delle esigenze della altre e, se la disponibilità di potenza è insufficiente e la sua priorità non è la massima tra quelle reciprocamente comunicate, riduce o annulla il suo assorbimento cedendo il passo alle altre. Eventuali utenze non intelligenti naturalmente sono incapaci

di trattare, in altre parole si riservano priorità massima, ma impegnano potenza solo sin quando in funzione; quindi il sistema non deve riservare ad esse sempre una porzione di potenza.

Tal metodo di organizzazione del consumo di potenza rappresenta un sostanziale progresso in quanto il sistema si disciplina spontaneamente, indifferente a qualsiasi cambiamento di configurazione del parco utenze; l'organizzazione infatti non è centralizzata ma frutto di una "mediazione" fra utenze "intelligenti".

Ciononostante il procedimento descritto presenta alcuni inconvenienti, risiedenti nell'ingente numero di informazioni da comunicarsi fra le utenze, e dalla complessità dell'elaborazione richiesta a ciascuna unità intelligente.

La presente invenzione si propone di risolvere gli inconvenienti sopra citati e di indicare



Merloni Elettrodomestici

*Riccardo Merloni*

un metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze  
di realizzazione migliorata e più efficiente rispetto alle soluzioni note.

In tale ambito, scopo principale della presente invenzione è quello di indicare un metodo  
di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze , che eviti il  
superamento di una predeterminata soglia di potenza elettrica globalmente assorbita da  
detto insieme di utenze intelligenti che regolino il loro consumo in base a proprie regole  
ed informazioni interne oltre che su informazioni fornite periodicamente da una unità  
centrale.

Un ulteriore scopo della presente invenzione è quello di indicare un metodo di gestione  
del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze che in caso di guasto di  
detta unità centrale o di una o più di dette utenze "intelligenti" garantisca una affidabilità  
di funzionamento delle restanti utenze non inferiore a quella ottenibile in assenza di detta  
unità centrale.

Un ulteriore scopo della presente invenzione è quello di indicare un metodo di gestione  
del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze che dia luogo ad un  
sistema stabile, permettendo alle utenze di terminare i loro compiti tempi ragionevoli,  
senza che la loro prestazione sia compromessa né aumenti il consumo globale ed inoltre  
si impedisca che si inneschino oscillazioni.

Per raggiungere tali scopi, forma oggetto della presente invenzione un metodo di  
gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze incorporante le  
caratteristiche delle rivendicazioni allegate.

Ulteriori scopi, caratteristiche e vantaggi della presente invenzione risulteranno chiari  
dalla descrizione particolareggiata che segue e dai disegni annexi, forniti a puro titolo di  
esempio esplicativo e non limitativo, in cui:

- la Fig. 1 rappresenta in maniera schematica un impianto elettrico do  
nsoieme di utenze secondo la presente invenzione;
- la Fig. 2 rappresenta un diagramma a stati relativo a una prima forma realizzativa del  
metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze  
secondo l'invenzione;
- la Fig. 3 rappresenta un diagramma a stati relativo a una seconda forma realizzativa  
del metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze  
secondo l'invenzione;
- la Fig. 4 rappresenta un diagramma che mostra fasce di potenza assorbita relative al  
metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze  
secondo l'invenzione;
- la Fig. 5 rappresenta l'andamento qualitativo di una grandezza impiegata nel metodo  
di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze secondo  
l'invenzione;
- la Fig. 6 rappresenta una tabella di assegnazione di valori di una seconda grandezza  
impiegata nel metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema  
di utenze secondo l'invenzione;
- la Fig. 7 rappresenta una seconda tabella relativa alla grandezza di figura 6;
- la Fig. 8 rappresenta una terza tabella relativa alla grandezza di figura 6;
- la Fig. 9 mostra un andamento della grandezza di figura 6 in funzione del tempo;
- Le Figg. 10, 11 e 12 mostrano tre possibili configurazioni di un dispositivo impiegato  
in connessione al metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un  
sistema di utenze secondo l'invenzione.

In Figura 1 è mostrato un sistema di distribuzione dell'energia elettrica in un ambiente  
domestico, nel quale l'energia elettrica viene prelevata da una rete di distribuzione esterna

RE, attraverso un contatore di energia CE e limitata mediante un limitatore di potenza LP al valore previsto nel contratto di fornitura (3 kW nell'esempio rappresentato).

Quattro prese di corrente indicate con PR alimentano altrettanti utenze U: una lavabiancheria LB di potenza pari a 2 kW, una lavastoviglie LS di potenza pari a 2.4 kW, un forno FO di potenza pari a 2.8 kW e un ferro da stiro FS da 2 kW. Il contatore di energia CE, la lavabiancheria LB, la lavastoviglie LS ed il forno FO sono tutti connessi per la loro alimentazione alla rete elettrica mediante un'opportuna interfaccia elettronica IN, avente lo scopo di consentire trasmissione e ricezione di informazioni tramite la rete elettrica di potenza, sfruttando le onde convogliate. Peraltro, ai fini della realizzazione della presente invenzione, è possibile usare qualsiasi mezzo di comunicazione noto.

Il contatore di energia CE è attivo a inviare alle utenze, a determinati intervalli di tempo, per esempio un minuto, e/o in corrispondenza ad una variazione rilevante dell'assorbimento di potenza, il valore di una Potenza Disponibile PD. A tale generico mezzo informatore, realizzato secondo l'arte nota ed identificabile con il contatore di energia CE ad esso associato, per la cui descrizione si rimanda al già citato brevetto IT.01279545, si farà riferimento in seguito denominandolo Nodo Misuratore NM.

La lavabiancheria LB, la lavastoviglie LS ed il forno FO sono dotate di corrispondenti sistemi di controllo, indicati rispettivamente con SC1, SC2 ed SC3, in comunicazione con le interfacce elettroniche IN. Tali sistemi di controllo, in seguito indicati genericamente con SC, sono in grado, secondo la presente invenzione, di gestire completamente in maniera autonoma consumi di potenza dell'utenza cui è associato. In accordo ai sistemi di controllo descritti nel brevetto IT.01279545, le utenze sono invece in grado di scambiarsi, in una sorta di cooperazione, informazioni vicendevolmente utili, quali durezza dell'acqua, umidità e temperatura ambiente.

Di qui in poi con il termine utenza intelligente UI saranno indicate indifferentemente tutte

Merloni Elettrodomestici

Delleur Dau

le utenze UI in grado di svolgere le funzioni previste nell'invenzione, cioè dotate del Sistema di Controllo SC, mentre le altre utenze saranno denominate utenze non intelligenti UNI.

La ripartizione ottimale dei consumi avviene istruendo il Sistema di Controllo SC di ciascuna utenza UI a procurarsi la potenza che gli è necessaria secondo un comportamento che è coerente con la sua necessità del momento di compiere o meno il servizio assegnato, in altre parole il comportamento di ciascuna utenza UI è condizionato esclusivamente dal grado di priorità che ha, istante per istante, l'adempimento del suo servizio e dalla effettiva disponibilità della potenza elettrica necessaria.

Ciò viene attuato facendo sì che il Sistema di Controllo SC di ciascuna utenza intelligente UI prenda delle decisioni sul comportamento dell'utenza intelligente UI stessa, semplicemente basandosi sul valore della Potenza Disponibile PD al momento e sul valore di un parametro denominato Priorità Effettiva PriorEff, calcolato dal Sistema di Controllo SC stesso.

Nella maggior parte degli stati del Sistema di Controllo SC, secondo l'invenzione il valore Priorità Effettiva PriorEff è posto pari ad una grandezza denominata Priorità Dinamica PRD. Anche detta Priorità Dinamica PRD è calcolata da ciascun Sistema di Controllo SC sulla base di istruzioni predefinite, specifiche di ciascuna utenza intelligente UI, di informazioni interne relative allo stato dell'utenza intelligente UI stessa (quali passi del programma, temperature controllate, ecc.), ed infine di informazioni esterne, fornite dal Nodo Misuratore NM.

Riassumendo, lo stato del Sistema di Controllo SC dipende dalla Potenza disponibile PD, comunicata dal Nodo Misuratore NM, e dal valore della Priorità Effettiva PriorEff, calcolata dal Sistema di Controllo SC stesso; la Priorità Effettiva PriorEff a sua volta assume valori che possono, ma non necessariamente, dipendere anche da informazioni



Merloni Elettrodomestici

Deltaplano

ricevute dal Nodo Misuratore NM.

Quindi il Nodo Misuratore NM, come risulterà evidente in seguito, non impedisce assolutamente direttive alle utenze intelligenti UI, ma si limita a fornire a tutte le stesse informazioni condizionandone il comportamento solo in modo indiretto per il fatto che le utenze intelligenti UI stesse tengono conto delle informazioni ricevute per modificare, se necessario, il loro stato. Inoltre lo stato del Sistema di Controllo SC di ciascuna utenza UI non è condizionato da transazione con altre utenze UI, come invece avviene nel sistema descritto nel brevetto IT 01279545.

Secondo la presente invenzione, infatti, ciascuna utenza intelligente UI agisce in modo del tutto autonomo, indifferente alle esigenze di altre utenze intelligenti UI o non intelligenti UNI.

Il comportamento complessivo delle utenze intelligenti UI e non intelligenti UNI, è molto simile a quello di una popolazione di individui o di automi cellulari, dove un risultato complessivo, sostanzialmente stabile e regolare può non essere il frutto di un disegno preordinato ma di azioni individuali non coordinate tra loro se non da regole di comportamento comuni.

Secondo una prima realizzazione dell'invenzione, il Sistema di Controllo SC di ciascuna utenza intelligente UI utilizza un primo criterio per prelevare la potenza necessaria per poter funzionare, denominato "competizione a crescere".

Secondo una seconda realizzazione dell'invenzione, il Sistema di Controllo SC di ciascuna utenza intelligente UI utilizza un secondo criterio per prelevare la potenza necessaria per poter funzionare, denominato "competizione a decrescere".

Secondo l'invenzione è previsto che il Nodo Misuratore NM misuri costantemente una Potenza Assorbita PA, potenza elettrica effettivamente assorbita dalle utenze UI, e, conoscendo inoltre una potenza contrattuale PC, cioè la potenza elettrica massima

Merloni Elettrodomestici

*Ricardo*

contrattualmente utilizzabile, trasmessa alle utenze intelligenti UI, ad intervalli di tempo sufficientemente ravvicinati, un informazione sulla Potenza Disponibile PD.

In figura 5, è rappresentato l'andamento dell'informazione sulla Potenza Disponibile PD in funzione del tempo  $t$ . Poichè gli interruttori magnetotermici tollerano un certo superamento della potenza contrattuale PC e quindi il distacco della corrente, il superamento del valore di contratto non è immediato, ma avviene con un ritardo tanto maggiore quanto inferiore è l'eccesso di assorbimento; quindi non necessariamente il nodo misuratore NM deve inviare il messaggio di Potenza disponibile PD negativa non appena la Potenza Assorbita PA supera la potenza contrattuale PC. Il valore della Potenza disponibile PD può perciò consistere in un segnale rielaborato dal Nodo Misuratore e funzione sia di un sovraconsumo PC-PA, sia della durata di detto sovraconsumo, sia infine delle tolleranze stabilite dall'ente erogatore per l'intervento dell'interruttore magnetotermico.

In figura 5 infatti è riportato un caso in cui è presente un sovraconsumo PC-PA costante e negativo, mentre la Potenza Disponibile PD, come funzione  $f$  (PC, PA, t) decresce nel tempo fino a raggiungere un valore negativo, quando la condizione di sovraconsumo si protrae.

Secondo l'invenzione, quando si verifica ciò, e quindi il nodo misuratore NM invia un informazione di Potenza Disponibile PD negativa, le utenze intelligenti UI attive ricevono detta informazione di Potenza Disponibile PD negativa e attuano un procedimento di competizione fra loro. Al termine del procedimento di competizione alcune utenze intelligenti UI, in genere ma non necessariamente quelle che hanno il più elevato valore di Priorità Dinamica PRD, prelevano tutta o buona parte della potenza a loro necessaria, mentre altre prelevano solo una quantità minima indispensabile per funzionare, e altre ancora non hanno abbastanza potenza per funzionare e si pongono in

uno stato di quiescenza per consentire alle prime di terminare il loro programma senza interferenze.

Quanto alla suddetta quantità minima di potenza indispensabile per funzionare, si deve precisare che gli insegnamenti della presente invenzione permettono eventualmente di trarre vantaggio dal fatto che alcune utenze hanno la possibilità di optare per strategie di funzionamento a Consumo Ridotto o a Carico Ridotto.

La strategia a Consumo Ridotto prevede che l'utenza assorba la stessa potenza che nel funzionamento normale, ma per un minor tempo, riducendo di fatto il consumo. Per esempio, la lavatrice LS può lavare ad una temperatura leggermente inferiore a quella prevista perché allungando i tempi del lavaggio meccanico riesce a garantire le stesse prestazioni; quindi, se percepisce dalla scarsa Potenza Disponibile PD che vi sono altre utenze che chiedono potenza, può scegliere strategie di lavaggio alternative a quella base optando per temperature di lavaggio più basse e tempi di lavaggio più lunghi, ma che impegnano potenza per minor tempo consentendo quindi prima l'attivazione di altre utenze.

La strategia a Carico Ridotto prevede invece che l'utenza consumi sostanzialmente la stessa energia che nel funzionamento normale ma impegnando minor potenza e quindi per un maggior tempo. Ad esempio uno scaldabagno elettrico ad accumulo o una stufa elettrica che fossero muniti di due o più resistenze elettriche potrebbero riscaldare più lentamente parzializzando il carico ed impegnando così meno potenza ma per maggior tempo, permettendo il funzionamento in parallelo di altre utenze.

Riassumendo alcune utenze intelligenti UI hanno la possibilità di funzionare a diversi livelli consumo o di Carico Ridotto utilizzando per più o meno tempo la stessa potenza oppure uno o più "pacchetti" di potenza AP puo essere abbreviato il tempo durante il quale si richiede potenza, permettendo ad altre utenze di inserirsi prima, oppure può

essere ridotta la potenza i nata permettendo ad altre utenze di inserirsi contemporaneamente. Naturalmente tali strategie comportano dei sacrifici in termini di qualità o di costi energetici del servizio, ma facilitano la convivenza tra più utenze.

Si vedrà come, secondo l'invenzione, sia estremamente semplice sfruttare tali strategie per ridurre la conflittualità tra utenze.

Il criterio che stabilisce le utenze UI vincitrici del procedimento di competizione, che hanno diritto di accedere al consumo della potenza durante la competizione è ottenuto dal risultato dall'esecuzione di azioni condizionate dalla Priorità Effettiva PriorEff attribuita ad ogni utenza intelligente UI. La Priorità Effettiva PriorEff di un'utenza UI è variabile nel tempo e riflette la criticità del compito dell'utenza UI nel momento di valutazione, criticità a sua volta rappresentata dalla Priorità Dinamica PRD. La Priorità Dinamica PRD è un valore intero compreso tra da 0, valore di Priorità Nulla PRN, e  $2^n$ -

1, valore di Priorità Massima PRM, dove  $n$  è il numero di bit utilizzati per rappresentare detta Priorità Dinamica PRD; la Priorità Dinamica PRD dunque esprime l'urgenza, per ciascuna utenza, di compiere un determinato servizio.

### Criterio di Competizione a crescere

Con riferimento alla Fig. 2, viene ora illustrata la modalità di funzionamento secondo la "competizione a crescere".

Nel prosieguo, con riferimento a figura 5, per Potenza Disponibile PD si intenderà la funzione  $f(PC, PA, t)$ , sicché quando si dirà che la Potenza Disponibile PD è negativa o positiva, per indicare o meno sovraconsumo, si intenderà che la corrispondente funzione  $f(PC, PA, t)$  assume valori negativi o positivi.

Delle frecce contrassegnate da T.1 a T.8 indicano le possibili Transizioni tra Stati, detti Stati essendo contrassegnati da S.1 a S.4. In corrispondenza di ciascuna transizione sono indicate, in grassetto le condizioni che permettono le Transizioni e, al di sotto di dette

Merloni Elettrodomestici  
Roma 3



condizioni, le operazioni effettuate dal Sistema di Controllo SC, detta figura 2, come nella successiva Fig. 3, le grandezze contrassegnate dal simbolo “[i]” rappresentano valori specifici attinenti all’utenza “i”; le restanti grandezze invece possono avere un valore comune per tutti i sistemi di controllo SC. In particolare compaiono le seguenti grandezze, il cui significato sarà in seguito spiegato:

- potenza effettivamente assorbita  $P_{Eff}[i]$ , cioè la potenza assorbita dall’utenza intelligente UI che il corrispondente Sistema di Controllo SC valuta tramite mezzi noti;
- pacchetto di potenza  $\Delta P[i]$ , che è una quantità di potenza discreta e variabile di volta in volta, alla quale l’utenza intelligente UI vincitrice della competizione a crescere può accedere;
- potenza minima  $P_{Min}[i]$ , che è la potenza minima utilizzabile dall’utenza intelligente UI per svolgere un servizio o una funzione;
- potenza massima  $P_{Max}[i]$ , che è invece la potenza massima richiesta dall’utenza UI per svolgere il medesimo servizio o funzione;
- Priorità Effettiva  $PriorEff[i]$  dell’utenza;
- Potenza disponibile  $PD$ , come sopra definita;
- soglie di potenza  $K_0$  e  $K_1$ ;
- soglie di priorità  $PrioMin$  e  $PrioMax$ .

In tutti gli stati assunti dal Sistema di Controllo SC la Priorità Effettiva  $PriorEff$  è posta pari alla Priorità Dinamica  $PRD$ , salvo che negli stati di QUIESCENZA S.3 ed ATTESA S.4.

Si supponga di avere in uno istante generico una generica utenza intelligente UI in normale funzionamento. Quando detta utenza intelligente UI entra in funzione, il suo Sistema di Controllo SC si trova nello stato di ON S.1 e la strategia di funzionamento

scelta è quella normale di richiedere tutta la potenza e l'energia necessaria. Il Sistema di Controllo SC è informato ad intervalli della Potenza disponibile PD e può avvenire che, durante tale stato S.1, riceva, assieme alle altre utenze UI, un segnale di sovraccarico, cioè Potenza Disponibile PD < 0.

*Transizione T.1 dallo stato di ON S.1 allo stato di COMPETIZIONE A CRESCERE S.2*

Ricevuto il messaggio di sovraccarico, il Sistema di Controllo SC passa in stato di COMPETIZIONE A CRESCERE S.2. Prima della Transizione T.1 disattiva i carichi della sua utenza intelligente UI, salvo il minimo assorbimento necessario per uno stato di "stand-by" (controlli, luci spia, ecc.), imposta la sua Priorità Effettiva PriorEff al valore della sua Priorità Dinamica PRD corrente, imposta un timer, detto Timer di Priorità TP, al valore della Priorità Effettiva PriorEff ed elabora una strategia di funzionamento a Consumo Ridotto, se prevista per quel tipo di utenza. Anche le altre utenze intelligenti UI, avendo ricevuto lo stesso valore di Potenza Disponibile PD, ed essendo dotate di un Sistema di Controllo SC consimile eseguono la stessa transizione T.1, giungendo allo

Merloni Elettrodomestici  
Prelimi

stato di COMPETIZIONE A CRESCERE S.2 sostanzialmente nello stesso istante. Naturalmente, nello stesso tempo la Potenza disponibile PD è divenuta probabilmente positiva, essendosi disattivate tutte le utenze U, tranne quelle non intelligenti UNI.

Raggiunto lo stato di COMPETIZIONE A CRESCERE S.2 il Sistema di Controllo SC di ciascuna utenza intelligente UI incrementa il proprio Timer di Priorità TP, essendo la velocità dell'incremento associato a ciascuna utenza UI determinata opportunamente, in base a dati di esperienza. Si presentano 4 possibili transizioni per uscire da questo stato:

*Transizione T.2 dallo stato di COMPETIZIONE A CRESCERE S.2 allo stato di COMPETIZIONE A CRESCERE S.2.*

Il Timer di Priorità TP arriva al termine del conteggio, cioè raggiunge il valore di Priorità Massima PrioMax, pari a  $2^{n-1}$  ed identico per tutte le utenze intelligenti UI, e

verifica che il valore corrente di Potenza Disponibile PD è maggiore, con un margine di sicurezza definito dalla soglia di potenza K0, sufficiente e prefissato, ad un primo valore, denominato pacchetto di potenza  $\Delta P[i] = P_{Min}[i]$  che permette il funzionamento ad un primo livello di Consumo Ridotto, preleva un tale ammontare o pacchetto di potenza  $\Delta P[i]$ , imposta nuovamente il Timer di Priorità TP al valore corrente della sua Priorità Dinamica PRD e torna allo stato di COMPETIZIONE A CRESCERE S.2. Questa Transizione T.2 può essere eseguita più volte se sono possibili per detta utenza più strategie diverse di funzionamento a Consumo Ridotto, ciascuna caratterizzata da pacchetti di potenza  $\Delta P[i]$  in generale diversi tra loro.

Se l'utenza intelligente UI non è stata disturbata, al termine di più Transizioni T.2 si troverà ad essersi aggiudicata tutta la potenza massima PotMax prevista dal suo Sistema di Controllo SC, per la strategia di funzionamento a pieno carico, pur restando, se era prevista, nell'attuazione di una strategia a Consumo Ridotto.

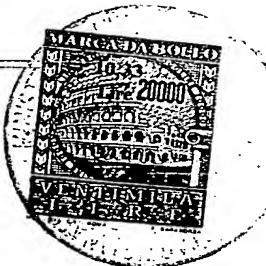
*Transizione T.3 dallo stato di COMPETIZIONE A CRESCERE S.2 allo stato di QUIESCENZA S.3*

Il Timer di Priorità TP arriva al termine del conteggio come per il caso precedente e constata che la potenza effettivamente assorbita  $Pot[i]$  è inferiore alla potenza minima  $P_{Min}[i]$  che permette di mettere in atto qualsiasi strategia di funzionamento a Carico Ridotto; cioè la potenza correntemente assorbita  $Pot[i]$  è quella piccolissima necessaria per mantenere l'utenza in stand-by (spie di segnalazione, Sistema di Controllo SC, ecc.).

Evidentemente l'utenza UI non ha fatto in tempo, né riuscirà al momento, a prelevare pacchetti di potenza  $\Delta P[i]$  che sono andati invece ad altre utenze di più elevata Priorità Dinamica PRD. In tale situazione il Sistema di Controllo SC passa allo stato di QUIESCENZA S.3 la sua Priorità Effettiva PriorEff viene azzerata e poi incrementata lentamente: finché non ha raggiunto un valore minimo, l'utenza intelligente UI non può

attivare nessuno dei suoi carichi. Ciò serve ad evitare oscillazioni e garantire la stabilità.

Infatti, se alle utenze UI che non hanno potuto a prelevare pacchetti di potenza  $\Delta P[i]$ , dopo una competizione, viene concesso di riattivarsi appena c'è Potenza Disponibile PD, potrebbero inserirsi ad esempio durante una fase di termostatazione del forno FO, e provocare una nuova competizione, e quindi un andamento ciclico che non consente a nessuna utenza di lavorare in modo efficiente. Per garantire l'efficienza invece, occorre che chi ha iniziato una funzione riesca a portarla a termine in tempi brevi e pertanto non deve essere disturbato.



Merloni Elettrodomestici

Roma

Il valore della Priorità Effettiva PriorEff, che era stato posto a zero nella Transizione T.3, viene incrementato sino a che supera la soglia di priorità PrioMin; tal valore, basato sull'esperienza, deve essere sufficientemente elevato da evitare disturbi ad altre utenze al momento prioritarie; prima che si superi tal valore, si è detto che all'utenza non è consentito tentare di procurarsi potenza, neppure se la Potenza disponibile PD è sufficientemente elevata.

#### *Transizione T.4 dallo stato di COMPETIZIONE A CRESCERE S.2 allo stato di COMPETIZIONE A CRESCERE S.2*

In qualsiasi momento la Potenza Disponibile PD diventi negativa, come nella condizione che dà origine alla Transizione T.1, vengono disattivati i carichi desistendo dal prelevare pacchetti di potenza  $\Delta P[i]$  eventualmente conquistati durante una o più Transizioni T.2, viene impostato nuovamente il Timer di Priorità TP al valore di Priorità Effettiva PriorEff, quindi si torna nello stato di COMPETIZIONE A CRESCERE S.2.

#### *Transizione T.5 dallo stato di COMPETIZIONE A CRESCERE S.2 allo stato ON S.1*

In qualsiasi momento, ma certamente al termine di almeno un conteggio del Timer di Priorità TP, il Sistema di Controllo SC constati che si è aggiudicato una potenza effettivamente assorbita Pot[i] pari a quella PotMax[i] necessaria a funzionare a pieno

carico, il Sistema di Controllo SC può tornare senz'altro nello stato di ON S.1.

*Transizione T.6. dallo stato di QUIESCIENZA S.3 allo stato di ATTESA S.4*

Avviene quando la Priorità Effettiva PriorEff ha superato la soglia di priorità PrioMin e permette il passaggio allo stato di ATTESA S.4, dal quale è possibile tornare in competizione. Ciò avviene secondo i due modi seguenti.

*Transizione T.7 dallo stato di ATTESA S.4 allo stato di COMPETIZIONE A CRESCERE S.2.*

Si verifica se il valore di Potenza Disponibile PD supera il valore PMin[i], più un margine di sicurezza secondo la soglia di potenza K1, al quale è possibile una strategia di funzionamento a Carico Ridotto. La Priorità Effettiva PriorEff è posta uguale alla Priorità Dinamica PRD, l'utenza è messa in funzione a Carico Ridotto ( $Pot[i] = PMin[i]$ ) ed è impostato il Timer di Priorità TP.

*Transizione T.8 dallo stato di ATTESA allo stato di ON S.1*

In modo provocatorio, se la Priorità Effettiva PriorEff supera il valore Priorità Massima PrioMax, pari a  $2^n - 1$ , si passa al carico massimo, cioè allo stato di ON S.1, ciò quasi sicuramente provocherà altri passaggi di stato delle altre utenze intelligenti UI attive verso la COMPETIZIONE A CRESCERE S.2 dalla quale l'utenza intelligente UI in questione avrà questa volta maggiori probabilità di uscire vincente poiché nel frattempo il suo valore di Priorità Dinamica PRD è quasi certamente aumentato.

Si ricorda che nella prima transizione T.1 l'utenza UI si era portata, in una strategia di funzionamento a Consumo Ridotto dalla quale nessun cambiamento dello stato del Sistema di Controllo SC l'ha fatta uscire, si tratta infatti di una scelta che, se assunta, è bene sia mantenuta sino al termine del servizio (ad es. programma di lavaggio), quando sarà infine disattivata; nulla vieta comunque di prevedere che, prima di rientrare nello stato di ON S.1 il Sistema di Controllo SC riporti l'utenza UI ad una strategia

standard di consumo.

### Criterio di Competizione a decrescere

Con riferimento alla Fig. 3, verrà ora descritta una variante dell'invenzione che prevede lo schema di comportamento denominato "competizione a decrescere".

Gli stati previsti per il Sistema di Controllo SC sono sostanzialmente identici a quelli della semplice "competizione a crescere" salvo che è aggiunto un ulteriore stato S.6 di "competizione a decrescere", nel quale si fa in modo che escano dalla competizione per la conquista di potenza le utenze di più bassa Priorità Dinamica PRD.

Si è visto che la "competizione a crescere" è una corsa fra le utenze UI per aggiudicarsi la potenza: quando la Potenza disponibile PD diventa negativa, tutte le utenze UI disattivano i loro carichi e si riattivano gradualmente finché tutta la potenza è allocata in modo ottimo. Il vantaggio di questo metodo è nella disattivazione contemporanea di tutte le utenze UI, così che l'interruttore magnetotermico non intervenga. Uno svantaggio è che comunque, per un periodo che può essere di 30-60 secondi, viene interrotto anche il funzionamento delle utenze a priorità maggiore.

Il problema può essere risolto con il criterio di "competizione a decrescere": le utenze non si disattivano subito, il Timer di Priorità TP conta all'indietro e, quando si azzera, l'utenza cede un pacchetto di potenza  $\Delta P[i]$ . L'utenza UI passa a uno stato di quiescenza S.8 se viene privata della potenza minima  $P_{min}$  necessaria, torna ad uno stato di ON S.5 se la Potenza Disponibile PD è positiva ed esso non ha dovuto cedere nessun pacchetto di potenza  $\Delta P$ , resta in stato di competizione finché non si verifica una di queste condizioni. Il diagramma si modifica come segue, rispetto alla Fig. 2:

E' sempre previsto uno stato di COMPETIZIONE A CRESCERE S.7 le cui transizioni in uscita sono analoghe a quelle rappresentate in Fig. 2 ma qui per semplicità non sono state riportate in dettaglio. Le transizioni fra gli stati di COMPETIZIONE A

CRESCERE S.7 e A DECRESCE S.6 sono state assoggettate ad una "isteresi" per prevenire oscillazioni fra i due stati. L'uscita dallo stato di attesa è come nella "competizione a crescere": l'utenza UI si aggiudica pacchetti di energia  $\Delta P$  appena li trova disponibili.

Gli stati del Sistema di Controllo SC sono i seguenti:

#### S.5: STATO DI ON

**azione:** funzionamento secondo il programma corrente

#### S.6: STATO DI COMPETIZIONE A DECRESCERE

**azione:** decremento del Timer di Priorità TP, livello di funzionamento limitato a quello consentito dai carichi attivi

#### S.7: STATO DI COMPETIZIONE A CRESCERE

**azione:** incremento del Timer di Priorità TP, livello di funzionamento limitato a quello consentito dai carichi attivi

#### S.8: STATO DI QUIESCIENZA

**azione:** incremento della Priorità Effettiva PriorEff

#### S.9: STATO DI ATTESA

**azione:** incremento della Priorità Effettiva PriorEff

Le transizioni tra i suddetti stati, le condizioni sotto cui avvengono e le azioni implicate sono elencate qui di seguito: molte transizioni sono condizionate dal superamento o meno, da parte della Potenza disponibile PD, di valori di soglie di potenza K2, K3 e K4 che delimitano le fasce di impegno di potenza e sono mostrate nel diagramma di Fig. 4. Infatti è possibile fissare una soglia di tolleranza per la Potenza Disponibile PD, che è la soglia K2. Questa soglia K2 è più alta della soglia K3, che è una soglia minimax nulla o negativa come rappresentato in fig. 4, al di sotto della quale il sistema di utenze UI realizza un sovraccarico. Quando l'assorbimento di potenza è tale che la Potenza

Disponibile PD scende al di sotto della soglia K2, le utenze intelligenti UI ~~essa~~ priorità disattivano alcuni carichi in modo da riportare il livello di consumo al di sotto dei limiti di guardia; questo tipo di intervento è meno penalizzante della disattivazione immediata di tutti i carichi, che è un intervento più appropriato ad una situazione di emergenza. Inoltre, con la disattivazione preventiva di alcuni carichi, quando  $PD > K2$ , si riduce l'eventualità di interventi di emergenza.

Se il livello di consumo scende troppo ( $PD > K4$ ) le utenze passano in competizione a crescere e hanno la possibilità di riacquistare pacchetti di potenza. Pertanto si mantiene il consumo ad un livello ottimale tale che  $K2 < PD < K4$ .

T.9: transizione dallo stato di ON S.5 allo stato di COMPETIZIONE A DECRESCERE

S.6

**condizione:** il Nodo Misuratore NM invia un messaggio di Potenza Disponibile PD  $PD < K2$  (Potenza Disponibile PD scarsa ovvero sistema di utenze U vicino al sovraconsumo)

**azioni:** impostazione del Timer di Priorità TP al valore corrente di Priorità Dinamica PRD, elaborazione di una strategia di Consumo Ridotto, se ciò è possibile.

T.10: transizione dallo stato di ON S.5 allo stato di COMPETIZIONE A CRESCERE

S.7

**condizione:** il Nodo Misuratore NM invia un messaggio di Potenza Disponibile PD  $< K3$  con  $K3 < K2$  (Potenza Disponibile PD negativa ovvero sistema in sovraconsumo);

**azioni:** disattivazione carichi, impostazione del Timer di Priorità TP al valore corrente di Priorità Dinamica PRD, elaborazione di una strategia di Consumo

Ridotto, se ciò è possibile; Si noti che poiché  $K_3 < K_2$ , questa condizione è più critica rispetto a quella che determina la transizione T.9 e pertanto richiede la disattivazione immediata di tutti i carichi

T.11: transizione dallo stato di COMPETIZIONE A DECRESCERE S.6 allo stato di ON S.5

**condizione:** il Nodo Misuratore NM invia un messaggio di Potenza Disponibile PD  $> K_2$  (Potenza Disponibile PD superiore alla soglia di sicurezza) e l'utente U1 sta ancora utilizzando tutta la potenza massima PotMAX prevista dal suo programma  
**azioni:** non previste

T.12: transizione dallo stato di COMPETIZIONE A DECRESCERE S.6 allo stato di COMPETIZIONE A CRESCERE S.7

**condizione:** il Nodo Misuratore NM invia un messaggio di PD  $> K_4$ , livello di Potenza Disponibile PD sufficiente a permettere la riattivazione di qualche carico senza rischi di avvicinarsi al sovraccorso  
**azioni:** non previste

Nella transizione T.12 non è necessario reimpostare il Timer di Priorità TP.

T.13: transizione dallo stato di COMPETIZIONE A DECRESCERE S.6 allo stato di COMPETIZIONE A CRESCERE S.7

**condizione:** il Nodo Misuratore NM invia un messaggio di PD  $< K_3$  (Potenza Disponibile PD insufficiente ovvero sistema in sovraccarico, PD  $< 0$ )  
**azioni:** disattivazione carichi, impostazione del Timer di Priorità TP al valore corrente di Priorità Dinamica PRD.

Si noti che dallo stato S.6 si passa allo stato S.7 sia a causa della Potenza Disponibile PD, sia per sovraccorso; in un caso le utenze mantengono i carichi attivi ed hanno la possibilità di accedere a più potenza, nell'altro disattivano tutto

Merloni Elettrodomestici

Riferiti

T.14: transizione dallo stato di COMPETIZIONE A DECRESCERE allo stato di

### COMPETIZIONE A DECRESCERE S.6

**condizione:** Timer di Priorità TP a fine conteggio e  $PD < K2$  (sistema vicino al sovraconsumo) l'utenza UI cede un pacchetto di potenza  $\Delta P$ . Secondo una possibile variante, l'utenza UI disattiva un carico solo qualora il pacchetto di potenza  $\Delta P$  così liberato è una frazione non trascurabile della potenza contrattuale PC. Questo accorgimento serve a proteggere le utenze intelligenti UI a bassa priorità e basso consumo, che disattivandosi non portano nessun contributo significativo. Nello stato di competizione a crescere S.7 essi sono salvaguardati naturalmente perché, pur arrivando a fine conteggio in un secondo tempo, sono in grado di usufruire anche di livelli di potenza bassi lasciati inutilizzati da utenze che avevano bisogno ad esempio di 1 o 2 KW.

**azioni:** l'utenza UI non cambia stato, cede il pacchetto di potenza  $\Delta P[i]$ , imposta il Timer di Priorità TP al valore corrente di Priorità Dinamica PRD. Una variante sull'utilizzo del Timer di Priorità TP, illustrata nel seguito, prevede che le due azioni di cessione di un pacchetto di potenza  $\Delta P[i]$  e di impostazione del Timer di Priorità TP avvengano in momenti distinti, tuttavia è logico considerarli parte di un'unica transizione.

T.15: transizione dallo stato di COMPETIZIONE A DECRESCERE S.6 allo stato di

### QUIESCENZA S.8

**condizione:** Timer di Priorità TP a fine conteggio e  $Pot[i] < PMin[i] + K2$ : l'utenza UI ha perso la competizione

**azioni:** azzera il valore di Priorità Effettiva PriorEff ( $PriorEff[i] = 0$ )

T.16: transizione dallo stato di COMPETIZIONE A CRESCERE S.7 allo stato di

### COMPETIZIONE A DECRESCERE S.6

Merloni Elettrodomestici

Riccardo Della

**condizione:** il Nodo Misuratore NM invia un messaggio di PD<K2 (Potenza Disponibile PD scarsa ovvero sistema vicino al sovraconsumo); si pone K2 < K4 per evitare oscillazioni fra gli stati S.6 e S.7

**azioni:** nessuna

T.17: transizione dallo stato di QUIESCENZA S.8 allo stato di ATTESA S.9

**condizione:** PrioEff[i] > PrioMin

**azioni:** nessuna

T.18: transizione dallo stato di ATTESA S.9 allo stato di COMPETIZIONE A CRESCERE S.7

**condizione:** PD>PMin[i]+K2 e PD > K4.

**azioni:** imposta Timer di Priorità TP, Pot[i] = PMin[i]

Si noti che la condizione PD>K4 assicura che nessuna utenza possa andare in competizione-a-crescere finché qualcun'altra è ancora in competizione-a-decrescere

T.19: transizione dallo stato di ATTESA S.9 allo stato di ON S.5

**condizione:** PrioEff[i]>PrioMax

**azioni:** attiva tutti i carichi previsti

Le seguenti transizioni sono analoghe a quelle già descritte in Figura 2 per analoghi stati; per non complicare il diagramma in Figura 3 non sono indicate le condizioni ed azioni a cui si riferiscono.

T.20: transizione dallo stato di COMPETIZIONE A CRESCERE S.7 allo stato di ON S.5

**condizione:** il Nodo Misuratore NM invia un messaggio di PD>K2 (Potenza Disponibile PD superiore alla soglia di sicurezza) e l'utenza sta già utilizzando tutta la potenza prevista dal suo programma

**azioni:** non previste

T.21: transizione dallo stato COMPETIZIONE A CRESCERE S o stato di

### COMPETIZIONE A CRESCERE S.7

**condizione:** il Nodo Misuratore NM invia un messaggio di PD<K3 (Potenza

Disponibile PD negativa ovvero sistema in sovraconsumo)

**azioni:** disattivazione carichi, impostazione del Timer di Priorità TP al valore

corrente di Priorità Dinamica PRD

T.22: transizione dallo stato di COMPETIZIONE A CRESCERE S.7 allo stato di

### COMPETIZIONE A CRESCERE S.7

**condizione:** timer a fine conteggio e & PD >  $\Delta p[i] + K2$

**azioni:** Pot[i] = Pot[i] +  $\Delta p[i]$

T.23: transizione dallo stato di COMPETIZIONE A CRESCERE S.7 allo stato di

### QUIESCENZA S.8

**condizione:** timer a fine conteggio e Pot[i]<-PMin[i]+K2: l'utenza ha perso la

fase di competizione

**azioni:** azzera il valore di Priorità Dinamica PRD

Secondo una variante, il Sistema di Controllo SC nel criterio di competizione a decrescere può funzionare anche senza le transizioni T.10 e T.13, ma la risposta ad una situazione di sovraconsumo è più lenta e si rischia di far scattare l'interruttore magnetotermico.

Secondo una variante dell'invenzione, i valori di potenza di soglia K0, K1, K2, K3 e K4 potrebbero essere modificati in qualsiasi momento, se si presentasse la necessità di correggere il comportamento delle utenze intelligenti UI, facendo sì che essi possano esser trasmessi dal Nodo Misuratore NM a tutti i Sistemi di Controllo SC; diviene così semplicissimo modificare il comportamento globale delle utenze UI.

Come già osservato con riferimento alla Fig. 5, secondo una variante dell'invenzione si

Merloni Elettrodomestici

Riccardo Merloni

Merloni



può tener conto del fatto che l'interruttore magnetotermico non scatta immediatamente al verificarsi di un sovraconsumo di potenza, ma con un ritardo tanto maggiore quanto minore è il sovraconsumo. Le transizioni che dipendono da valutazioni della Potenza disponibile PD, quali ad es. le Transizioni T.9, T.10, T.11, T.12, T.13, T16 di Fig. 3 possono non essere immediate, ma avvenire con un ritardo tanto maggiore quanto minore è il valore del superamento del limite. Ciò si può ottenere facendo sì che il valore di Potenza disponibile PD trasmesso dal Nodo Misuratore NM non sia semplicemente pari alla differenza PC - PA ma una funzione f più complessa sempre di PC e PA ma anche della durata t del sovraconsumo. La funzione f può essere calcolata ottimamente in modo fuzzy, oppure può basarsi su valori scritti in una tabella. Un sistema sensibile al valore reale del sovraconsumo ed alla sua durata sfrutta la caratteristica di filtro passa basso dell'interruttore magnetotermico rendendo il sistema più stabile ed immune da carichi con assorbimento impulsivo.

Si noti che da quanto appena esposto scaturisce la possibilità di modificare il comportamento globale dell'insieme di utenze U, rendendolo più meno allarmistico, semplicemente modificando i criteri con cui in Nodo Misuratore NM calcola il valore di Potenza disponibile PD trasmesso. Ciò può avvenire in qualsiasi momento futuro, senza per nulla modificare le istruzioni dei sistemi di Controllo SC delle utenze UI.

Nelle figure 2 e 3 è stato illustrato in dettaglio il comportamento dei Sistemi di Controllo SC per dimostrare, attraverso degli esempi, la fattibilità degli insegnamenti della presente invenzione che però permette varianti più complesse degli schemi di comportamento base denominati "competizione a crescere" e "a decrescere".

Ad esempio è possibile una terza possibilità in cui dopo il superamento della potenza contrattuale PC si disattivano solo le utenze UI di priorità inferiore ad una soglia. Se dopo questa disattivazione la Potenza Assorbita PA è inferiore alla potenza contrattuale

PC, le utenze intelligenti UI attive vanno in ON, mentre quelle disattivate sono in stato di COMPETIZIONE A CRESCERE. Se invece la Potenza Assorbita PA continua ad essere superiore al limite, le utenze UI attive vanno in stato di COMPETIZIONE A DECRESCERE e quelle disattivate in QUIESCIENZA. Con questo metodo si può raggiungere l'equilibrio più velocemente, ma poiché l'esclusione preliminare è fatta in base alla priorità, può accadere che un utenza intelligente UI a bassa priorità e basso consumo si disattivi inutilmente senza per questo liberare energia sufficiente ad alcun'altra utenza.

Una quarta variante si ha infine se la soglia di priorità per lo spegnimento dipende dal valore del sovraconsumo.

Riassumendo sono definite 4 modalità in cui può avvenire la competizione in seguito a una Potenza Disponibile PD, che sono qui di seguito elencate:

### **1. competizione a crescere**

Secondo quanto descritto in figura 2, tutti i carichi si disattivano, quando scade un timer interno ogni utenza si conquista un pacchetto di potenza il processo termina quando non c'è più Potenza Disponibile PD .

### **2. competizione a crescere o a decrescere**

secondo il valore della Potenza Assorbita PA oltre il limite contrattuale, come descritto con riferimento alle Figure 3 e 4, le utenze UI entrano tutte in competizione a crescere o a decrescere

### **3. si disattivano immediatamente le utenze UI con priorità inferiore ad una soglia fissa**

a) se la Potenza Assorbita PA istantanea, dopo disattivazione, è inferiore alla potenza contrattuale PC, allora le utenze UI ancora attive sono in ON, le altre in competizione a crescere

Merloni Elettrodomestici  
Pololetti

b) se la Potenza Assorbita PA istantanea, dopo disattivazione, è superiore la Potenza Assorbita PA istantanea, allora le utenze UI ancora attive sono in competizione a decrescere, le altre in quiescenza

**4. si disattivano immediatamente le utenze UI con priorità inferiore ad una soglia legata al valore di sovraconsumo**

a) se la Potenza Assorbita PA istantanea, dopo disattivazione, è inferiore alla potenza contrattuale PC, allora le utenze ancora attive sono in ON, le altre in competizione a crescere\*\*

b) se la Potenza Assorbita PA istantanea, dopo disattivazione, è inferiore alla potenza contrattuale PC, allora le utenze UI ancora attive sono in competizione a decrescere, le altre in quiescenza

Le soluzioni 3) e 4), a fronte di una maggiore complessità, presentano un vantaggio nella possibilità di garantire il raggiungimento dell'equilibrio in tempi più brevi. Infatti parte delle utenze UI si disattiva istantaneamente, parte rimane attiva e resta da allocare la potenza solo per le utenze UI con priorità intermedia. Tuttavia agendo in questo modo si perde uno dei vantaggi offerti dalla competizione a crescere: l'allocazione ottimale della potenza. Nella competizione a crescere, infatti, un'utenza UI a bassa priorità ed a basso consumo ha la possibilità di tornare a funzionare se la potenza da essa impegnata non è comunque sufficiente all'attivazione di nessun'altra utenza UI. Inoltre queste soluzioni, per arrivare all'allocazione della Potenza Disponibile PD, passano comunque per una fase di competizione. In assenza di un controllore centrale, il modo scelto per ottenere l'allocazione ottima è quello indurre ciascuna utenza UI a procedere in una direzione in modo iterativo finché è soddisfatto il vincolo sulla potenza contrattuale PC, senza che sia né utile né necessario utilizzare una soglia di priorità fissa né basata sul sovraccarico per decidere a priori chi deve disattivarsi e chi no.

Le regole che determinano le transizioni tra gli stati impediscono che possano mai coesistere utenze in stato di competizione a crescere con altre in competizione a decrescere. Questo funzionamento non avrebbe senso perché si creerebbero due sottoinsiemi di utenze che raggiungono l'equilibrio in modo autonomo e non reciprocamente coerente; i vincoli di priorità sarebbero rispettati solo all'interno dei sottoinsiemi, ma non in assoluto. Questi due stati non possono coesistere nel sistema perché le transizioni verso gli stati di competizione a crescere ed a decrescere sono attivate da condizioni uguali per tutte le utenze per cui se un'utenza va in uno dei due stati anche tutte le altre, a meno che non siano in quiescenza o attesa, ci andranno. Si noti che finché ci sono utenze nello stato di competizione a decrescere, non è nemmeno verificata la condizione per cui utenze in attesa entrano in competizione a crescere.

### Priorità Dinamica PRD

Vengono ora descritti i metodi di elaborazione dei valori della Priorità Dinamica PRD, cui ciascun Sistema di Controllo SC fa riferimento negli stati di competizione.

Tutte le informazioni utili per determinare la priorità dinamica PRD corrente di ogni utenza intelligenza UI vengono elaborate direttamente dall'utenza intelligente UI stessa. Diverse variabili vengono combinate in una sola informazione, la priorità dinamica PRD, permettendo di risolvere la complessità a livello locale, senza sovraccaricare il sistema e senza necessità di una regia centrale. La Priorità Dinamica PRD, da sola, contiene informazioni di alto livello: la misura dell'opportunità di garantire più o meno potenza ad ogni utenza.

Per poter rappresentare informazione "ricca" e per prevenire possibili conflitti fra le utenze, la Priorità Dinamica PRD è una "variabile" continua, o più esattamente può assumere qualsiasi valore intero fra 0 e 255, o in generale 0 e  $2^n - 1$  se n è il numero di bit disponibili per memorizzare e comunicare questa informazione. Inoltre la Priorità



Merloni Elettrodomestici  
Punto di

Dinamica PRD è appunto "dinamica", ovvero è calcolata in tempo reale da un sistema fuzzy contenuto nel Sistema di Controllo SC in funzione di parametri quali:

- durata del servizio dell'utenza
- programma in esecuzione
- fase del programma
- tempo restante per la fine della fase
- possibilità di riconfigurare il programma in modo di richiedere meno potenza
- abitudini dell'utente
- orario entro cui è richiesta la fine del servizio
- fasce orarie delle tariffe dell'energia elettrica

Il valore di Priorità Dinamica PRD non viene preferibilmente dedotto da un calcolo matematico, ma piuttosto definito da un esperto di processo della singola utenza; pertanto la Priorità Dinamica PRD è calcolata da un sistema fuzzy che rappresenta la conoscenza di un esperto. Questo metodo permette di sfruttare il motore inferenziale fuzzy che si trova già nel microprocessore del Sistema di Controllo SG dell'utenza UI, ottimizzando l'occupazione in memoria e l'efficienza.

Le Figure 6, 7 ed 8 e 9 mostrano alcuni esempi indicativi e non limitativi dei criteri di assegnazione dei valori alla Priorità Dinamica PRD con sistemi fuzzy. In particolare in Fig. 6 è riportata una tabella TB6 che mostra un esempio di assegnazione di valori alla Priorità Dinamica PRD, che permette di privilegiare alcune utenze UI a scapito di altre.

In Fig. 8 è riportata una tabella TB8 che mostra un esempio di assegnazione di valori alla Priorità Dinamica PRD, che di evitare di interrompere un processo di lavaggio delicato quale il processo di lavaggio per la lana; nella Fig. 7 è mostrata una tabella TB7 con due esempi di proposizioni logiche per un processo di lavaggio dove il valore di Priorità

Dinamica PD dipende sia dal tipo di tessuto che dall'avanzamento di una fase di

riscaldamento. In figura 9 è mostrato l'andamento della priorità dinamica PRD nel tempo per una lavabiancheria, durante una fase di riscaldamento; si nota che la Priorità Dinamica PRD è tale da esprimere tolleranza per la disattivazione del carico all'inizio ed alla fine della fase di riscaldamento ma non in corrispondenza della fase centrale dove la disattivazione porterebbe a disperdere l'energia appena utilizzata per il riscaldamento.

La Priorità Dinamica PRD, così calcolata è utilizzata, tramite la Priorità Effettiva PriorEff ogni qualvolta ha luogo un conteggio del Timer di Priorità TP.

Negli stati di QUIESCENZA e ATTESA la Priorità Effettiva PriorEff è invece un valore fittizio che prescinde dai parametri suddetti e viene incrementata nel tempo con criteri determinabili in base all'esperienza e non necessariamente identici per ogni tipo di utenza intelligente UI. La soluzione più semplice è comunque quella di prevedere un incremento fisso per ogni utenza, ma una soluzione migliore è di calcolare l'incremento in funzione della Priorità Dinamica PRD che l'utenza intelligente UI avrebbe se fosse in stato di ON.

Per esempio l'incremento può essere uguale a una frazione della Priorità Dinamica PRD.

#### Timer di Priorità TP

Occasionalmente si può verificare che due utenze intelligenti UI abbiano uguale Priorità Dinamica PRD; in questo caso bisogna evitare che cerchino di prelevare contemporaneamente un pacchetto di potenza, provocando un nuovo sovraccarico e conducano il sistema in uno stato di oscillazione. Si premette che per rappresentare la Priorità Dinamica PRD sono sufficienti ma non strettamente necessari  $2^8 = 256$  valori.

Nel seguito si porrà come esempio esplicativo e non limitativo il caso in cui si utilizzino 8 bit, ma il metodo esposto può essere generalizzato a un numero di bit inferiore.

Un primo metodo per risolvere il conflitto fra due utenze UI con uguale priorità dinamica PRD è di evitare che utenze intelligenti UI diverse possano avere uguale priorità PRD limitando i valori possibili fra le varie utenze: se le utenze intelligenti sono m, con m

Merloni Elettrodomestici  
Dottor Dini

numero intero, l'utenza UI i-esima potrà assumere come valori di priorità dinamica PRD solo i valori interi  $(i-1) + m*k$ , dove k è un numero intero compreso tra 0 e la parte intera del rapporto  $(2^n-1)/m$  diminuita di una unità, cioè k massimo =  $\text{INT}[(2^n-1)/m]-1$ , dove n è il numero di bit.

Ad es. se n = 8 e le utenze UI sono m= 7, la prima utenza UI potrà assumere i seguenti 36 valori di Priorità Dinamica PRD: 0, 7, 14 ecc. sino a 245; la seconda 36 valori: 8, 15, ecc. sino a 246; e così via.

L'inconveniente, se l'insieme di utenze UI è molto grande e conseguentemente grande il valore di m, è che si riduce di molto la possibilità di esprimere valori diversi di Priorità Dinamica PRD, che ad esempio per 10 utenze intelligenti UI si riducono a 25.

Un secondo metodo per risolvere il conflitto fra due utenze UI con uguale priorità dinamica PRD è di suddividere l'intervallo di tempo a disposizione delle utenze UI per prelevare i pacchetti di energia in m intervalli riservati ognuno ad un utenza UI.

In entrambi i metodi, a ciascuna utenza UI deve essere assegnato un numero progressivo; ciò può essere fatto manualmente all'atto dell'installazione ma è più agevole che ciò avvenga in maniera automatica: alla prima installazione, ogni nuova utenza UI può comunicare la propria presenza al Nodo Misuratore NM il quale risponde assegnando alla nuova arrivata un numero d'ordine progressivo, pari alla quantità di utenze intelligenti UI già installate maggiorato di uno.

Con riferimento alle Figure 10, 11 e 12, si vedrà ora come questi due metodi possano essere utilizzati ottimamente in modo combinato generalizzandoli in un terzo metodo, sfruttando le risorse del microcontrollore contenuto nel Sistema di Controllo SC senza limitare i 256 valori di priorità e senza complicare il programma di controllo.

Mentre la priorità dinamica PRD, come anche la Priorità Effettiva PrioEff, sono rappresentate con 8 bit, il Timer di Priorità TP è un contatore a 16 bit, per cui gli 8 bit

meno significativi possono essere utilizzati per differenziare ogni utenza tramite il suo indirizzo, che è unico e assegnato al momento dell'installazione.

Più in dettaglio, come mostrato in figura 10, all'inizio della competizione gli 8 bit più significativi P8, P7, ... P1 del Timer di Priorità TP (nel seguito "bit di priorità") sono inizializzati al valore corrente di Priorità Effettiva PriorEff in modo che il valore del Timer di Priorità TP dipenda sostanzialmente dalla priorità effettiva PriorEff. Gli 8 bit meno significativi (nel seguito "bit di indirizzo"). In modo indicativo e non-limitativo si supponga che l'indirizzo effettivo sia espresso da soli 3 bit: I3 I2 I1 (sarà chiaro nel seguito quali sono i valori assunti dai restanti "bit di indirizzo"). Questa prima impostazione del Timer di Priorità TP avviene contemporaneamente per tutte le utenze in conseguenza di una situazione di Potenza Disponibile PD scarsa.

Durante il conteggio dei Timer di Priorità TP, per ogni incremento degli 8 bit di priorità, gli 8 bit di indirizzo scandiscono tutti i valori fra 0000.0000 e 1111.1111; poiché sono partiti contemporaneamente dallo stesso valore (nell'esempio 0000.0000) durante il conteggio mantengono sempre lo stesso valore. Pertanto gli istanti, in cui gli 8 bit di indirizzo assumono la configurazione I3 I2 I1 1.1111, ognuno col proprio indirizzo, sono sempre diversi per tutte le utenze. L'assegnazione di un pacchetto di potenza avviene quando gli 8 bit più significativi sono ad 1 e gli 8 bit meno significativi sono nella configurazione I3 I2 I1 1.1111 (v. Fig. 11) e quindi in tempi diversi per ciascuna utenza UI.

Quando un Timer di Priorità TP raggiunge la configurazione 1111.1111.1111.1111, esso viene reimpostato al nuovo valore P8', P7', ...P1' che la Priorità Effettiva PriorEff avrà frattanto assunto, mentre i bit di indirizzo sono di nuovo azzerati, come rappresentato in Fig. 12. Contemporaneamente anche gli 8 bit di indirizzo degli altri Timer di Priorità TP saranno a 1111.1111 e nell'istante successivo verranno



Merloni Elettrodomestici

Riccardo Dini

naturalmente riazzera. Pertanto i bit di indirizzo di tutti i Timer di Priorità TP mantengono sempre lo stesso valore anche dopo la reimpostazione.

La modalità descritta è indicativa e non limitativa: l'idea fondamentale può essere realizzata utilizzando valori diversi per l'impostazione e per la configurazione finale dei bit di indirizzo. L'essenziale è che gli 8 bit più significativi esprimano la Priorità Effettiva PriorEff, gli 8 bit meno significativi mantengano fra loro una sincronia, in modo che l'istante in cui assumono una configurazione caratteristica sia forzatamente diverso e possa essere utilizzato come istante per assegnare un pacchetto di potenza, cioè una seconda scansione temporale. Si noti che l'istante in cui si imposta il Timer di Priorità TP, vincolato al mantenimento della sincronia, è necessariamente distinto da quello in cui si assegna un pacchetto di potenza, diverso per ogni utenza UI come era stato anticipato illustrando la transizione T.14.

Naturalmente quanto esposto nel caso di 16 bit vale in generale per un numero di bit qualsiasi purché in grado di rappresentare sia un sufficiente numero di valori di priorità sia un sufficiente numero di indirizzi di utenza.

Un altro modo di evitare che il sistema vada in oscillazione è semplicemente quello di impedire che due o più utenze UI possano avere lo stesso valore di Priorità Dinamica PRD per un numero impreciso di successivi stati di competizione; ciò può avvenire in diversi modi dei quali l'uno non esclude l'altro.

Innanzitutto si può limitare il massimo valore raggiungibile dalla Priorità Dinamica PRD da parte di utenze il cui servizio è certamente secondario in determinate ore, in tal modo si può ad esempio privilegiare un forno elettrico rispetto a qualsiasi altra utenza.

Secondo un accorgimento più generale si può far sì che le curve di Priorità Dinamica PRD in funzione del tempo, quali quelle mostrate in Figura 9 associate a ciascuna utenza UI abbiano tutte pendenza differente, almeno per quelle fasi di attività delle utenze

intelligenti UI durante le quali è richiesto un assorbimento di potenza rilevante, dove per "assorbimenti rilevanti" si devono intendere valori determinati dall'esperienza. In tal modo, se in un determinato istante si portano in stato di competizione due utenze di "assorbimento rilevante" che hanno pari Priorità Dinamica PRD e che quindi eseguono assieme, ad esempio, una transizione T.4, ciò non potrà avvenire in un istante successivo poiché vi sarà stata frattanto una divergenza tra i rispettivi valori di Priorità Dinamica PRD.

Nell'ambito del metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze secondo l'invenzione, la manopola di programmazione partenza del funzionamento di un elettrodomestico assume un nuovo significato.

Attualmente l'utente ha la possibilità di impostare tramite detta manopola l'ora di inizio; inoltre ci sono progetti a livello europeo che prevedono di impostare l'utenza in modo da farla consumare di meno o farla funzionare negli orari a tariffa minore. Tutti questi approcci sono macchinosi e non comodi per l'utente.

Invece di impostare l'ora di inizio l'utente potrà impostare l'ora di fine programma, poiché questo approccio è più vicino alle reali esigenze dell'utente e consente all'utenza di ottimizzare il proprio funzionamento. Infatti, se prima dell'orario di fine programma, ci sono delle ore a tariffa ridotta, l'utenza automaticamente attenderà che scatti la tariffa per iniziare a funzionare; se invece la fine programma è prevista prima che scatti la tariffa ridotta, l'utenza attenderà semplicemente che ci sia Potenza Disponibile PD ma la Priorità Dinamica PRD aumenterà sempre di più all'approssimarsi dell'ora in cui l'utenza si deve attivare se vuole ultimare per tempo il servizio. Così l'utenza sceglie in modo autonomo il criterio di ottimizzazione sfruttando, se può, fasce orarie di basso consumo ma comunque adattandosi all'utente.

La lavabiancheria, ad esempio, può inoltre attivare l'ultimo scarico e centrifuga poco

prima dell'ora in cui il carico deve essere pronto (in modo da limitare le pieghe sui panni).

Per un frigorifero è importante che impari a funzionare secondo le abitudini dell'utente.

In pratica deve accumulare il freddo prima dei periodi in cui c'è maggiore frequenza di apertura delle porte o maggiore inserimento di cibi a temperatura ambiente. Le aperture delle porte sono rilevate direttamente dal microprocessore, l'inserimento di cibi (carico termico) è rilevabile da un aumento di temperatura nel vano freezer. Inoltre il frigorifero può effettuare sbrinamenti di notte, i sbrinamenti notturni sono più opportuni poiché in questo modo l'aumento di temperatura conseguente ad uno sbrinamento è meno fastidioso, questa modalità di funzionamento può essere favorita riducendo la Priorità Dinamica del frigorifero di giorno ed aumentandola di notte. Tale modo di operare è corretto poiché equivale a rendere meno opportuno, ma non impossibile, uno sbrinamento diurno, tuttavia, se durante il giorno la potenza è ampiamente disponibile per limitare la possibilità di sbrinamenti occorrerà ridurre artificialmente la potenza utilizzabile dal frigo. Si vede quindi che la funzione Priorità Dinamica PRD può anche essere utilizzata per forzare talune utenze a comportamenti preferiti anche a prescindere da possibili conflitti nell'accaparramento della Potenza disponibile PD cioè la Priorità Dinamica PRD diviene in generale una guida per il comportamento assennato dell'utenza in cui risiede.

Il contatore di energia CE, o nodo misuratore NM, può inoltre inviare altre informazioni relative alle condizioni ambientali non rilevabili dalle singole utenze quali tariffa energetica del momento, ora del giorno, data o altre informazioni di utilità comune a tutte le utenze; infatti anche la potenza elettrica di contratto, e non solo la tariffa, potrebbe essere variabile con le fasce orarie; per es. maggiore di notte e/o d'estate. Il contatore di energia CE deve essere in grado di saperlo in tempo reale o da

comunicazione dell'Ente erogatore o da consultazione di una tabella residente memorizzata ed associata ad un orologio e/o ad un calendario

### Segnalazione sovraccarico

Come si è detto il sistema di utenze U è in grado di far fronte ad un sovraccarico: evita l'intervento dell'interruttore magnetotermico, ripartisce ottimamente la Potenza

Disponibile PD, inoltre ogni utenza UI è pronta a ripartire quando la potenza di cui necessita si rende disponibile. Tuttavia per un certo tempo qualche utenza UI deve comunque limitare il suo consumo e quindi viene penalizzata. Pertanto è bene che siano previsti mezzi per avvisare l'utente di quanto sta avvenendo. Il sistema è in grado di segnalare la situazione all'utente se una o più utenze sono dotate di un segnale acustico e/o luminoso (LED, o display), da attivare in condizione di sovraccarico, ovvero  $PD < K_2$  o  $PD < K_3$ . In alternativa il segnale può essere dato dall'utenza che è entrata in quiescenza, o dall'utenza che ha già trascorso un tempo abbastanza lungo in stato di attesa. È possibile dare 2 o 3 segnali diversi in funzione della gravità della situazione.

A titolo di esempio indicativo e non limitativo:

1° segnale:  $PD < K_2$

2° segnale:  $PD < K_3$

3° segnale: Utenza i in stato di attesa da un ora.

In questo modo è possibile sensibilizzare l'utente al problema dei consumi ed agire anche sul fattore umano per migliorare la gestione dei consumi in casa.

### Guasti al sistema di comunicazione tra Nodo Misuratore NM ed utenze

Nel caso le utenze non riescano a ricevere segnali dal Nodo Misuratore NM, per guasti o disturbi di qualsiasi tipo, le utenze che non ricevono alcun messaggio possono assumere per la Potenza disponibile PD il valore massimo. In questo modo le prestazioni del sistema non sono in nessun caso inferiori a quelle di un parco di utenze tradizionali.



Merloni Elettrodomestici

Delft Div.

anche nell'eventualità di guasto di uno qualsiasi dei componenti

Dalla descrizione effettuata risultano pertanto chiare le caratteristiche della presente invenzione, così come chiari risultano i suoi vantaggi.

Infatti, con il metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze secondo l'invenzione si evita il superamento di una predeterminata soglia di potenza elettrica globalmente assorbita dalle utenze intelligenti, le quali regolano il loro consumo in base a proprie regole ed informazioni interne oltre che su informazioni fornite periodicamente dal nodo misuratore.

In base a dette regole, vantaggiosamente è escluso che il limite di potenza contrattuale sia superato di un valore considerevole per un periodo di tempo eccessivamente lungo, mentre, se le utenze lo richiedono, sostanzialmente tutta la potenza disponibile può essere utilizzata, ripartita in modo ottimale secondo criteri di priorità.

L'attivazione di un elettrodomestico a bassa priorità, vantaggiosamente, non è però ritardata per un periodo di tempo illimitato, e una utenza a priorità inferiore può attivarsi se la potenza che richiede non è al momento impegnata.

Il sistema così ottenuto è stabile una volta che un'utenza si è assicurata della potenza, può riuscire a terminare il compito corrente in un intervallo di tempo ragionevole, senza che la sua prestazione sia compromessa, né aumenti il consumo globale ed inoltre è escluso che si innescino oscillazioni a causa di utenze di pari priorità.

Il sistema, inoltre vantaggiosamente, risulta robusto, nel senso che, nelle peggiori condizioni operative (quali rumore sul mezzo di trasmissione, guasti di uno dei componenti), le utenze non affette da malfunzionamenti non sono inibite nel loro comportamento ed agiscono almeno come in un sistema tradizionale che non preveda regole di comportamento.

L'installazione può essere di tipo cosiddetto plug-and-play, cioè non richiede

configurazioni dei sistemi di controllo delle utenze e del nodo misuratore. Il sistema inoltre è aperto, infatti gli algoritmi di controllo sono indipendenti dal numero di utenze intelligenti connesse; ogni utenza può essere installata e/o rimossa senza riprogrammazione del Nodo Misuratore NM o delle altre utenze.

Le utenze intelligenti sono compatibili con utenze tradizionali "stupide" (ad es. ferro da stiro), o con altri tipi di utenze intelligenti che potrebbero svilupparsi successivamente.

Il metodo è estremamente flessibile a successive modifiche di comportamento generale, semplicemente modificando i criteri con cui è elaborata la funzione Potenza Disponibile PD e/o i valori di potenza di soglia K0, K1, K2, K3 e K4.

Il comportamento di ciascuna utenza è reso flessibile e si modifica a seconda del programma in esecuzione (ad es. lavare cotone o lana); della fase del programma (ad es. inizio del riscaldamento, termine del riscaldamento) e della possibilità di riconfigurare il programma medesimo per portarlo a termine con un minor consumo di potenza o energia.

Può essere favorito inoltre l'accesso alla potenza durante le ore a tariffa minore.

Il comportamento delle utenze è condizionato da semplici regole che non richiedono complessità di programmazione pur non impedendo comportamenti complessi delle utenze stesse, determinati esclusivamente dalla funzione Priorità Dinamica, le cui modalità di calcolo, specifiche per ogni tipo di utenza, ne delineano il carattere.

La sofisticazione di comportamento di ciascun tipo di utenza può essere affinata nel tempo per successive generazioni di utenze senza che ciò complichi o addirittura implichi la riprogrammazione dei processi logici dei sistemi di controllo SC o del Nodo Misuratore NM.

La conseguenza di tal flessibilità è che è possibile consentire alle utenze del sistema l'apprendimento delle abitudini dell'utente personalizzando la gestione dei consumi senza

che le conseguenti modifiche di comportamento possano dare origine a comportamenti complessivi imprevisti ed indesiderati.

E' chiaro che numerose varianti sono possibili per l'uomo del ramo al metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze descritto come esempio, senza per questo uscire dai principi di novità insiti nell'idea inventiva, così come è chiaro che nella sua pratica attuazione le forme dei dettagli illustrativi potranno essere diverse, e gli stessi potranno essere sostituiti con degli elementi tecnicamente equivalenti. Sono possibili varianti degli schemi di comportamento e delle transizioni valide per i sistemi di controllo SC di tutte le utenze intelligenti UI; in altre parole si è supposto che ogni utenza intelligente UI si comporti allo stesso modo, prescindendo dalle sue caratteristiche funzionali. Sono peraltro possibili, rimanendo nell'ambito dell'invenzione varianti nelle transizioni fra stati che possono essere applicate limitatamente ad alcune particolari utenze intelligenti UI.

Ad esempio lo stato di QUIESCENZA è opportuno per garantire la stabilità del sistema, tuttavia in alcuni casi o per alcune utenze, può essere eliminato. Un frigorifero ha in generale un consumo molto basso (200 W circa), ma allo spunto può assorbire 10-12 A per meno di un secondo. Poiché questo tipo di consumo ha una durata brevissima nel tempo, la sua attivazione durante una pausa di termostatazione del forno, o una qualsiasi finestra temporale in cui sia disponibile la potenza necessaria non creerebbe nessun problema. Una situazione analoga si ha per una lavabiancheria o una lavastoviglie che hanno bisogno di potenza per un tempo molto breve, circa un minuto, per esempio solo per portare la temperatura da 37°C a 40°C. In questi casi lo Stato di Quiiescenza può essere evitato e l'utenza perdeente da una fase di competizione può passare direttamente in attesa.

Come ulteriore esempio, all'inizio del suo funzionamento la lavabiancheria può avere una

Priorità Dinamica molto bassa. In caso di sovraccarico è probabile che la lavabiancheria non riesca ad iniziare il riscaldamento e rimanga ferma con i panni e acqua con detersivo in vasca. Questa situazione, se prolungata, può aumentare l'usura dei panni; pertanto è opportuno che la lavabiancheria, prima di caricare acqua, verifichi se la Potenza Disponibile PD è sufficiente ad attivare la resistenza di riscaldamento, se non lo è si pone direttamente in stato di attesa senza passare per la competizione.

\* \* \* \* \*



Merloni Elettrodomestici

Raffaele D'Amico

## RIVENDICAZIONI

1. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze  
detto sistema di utenze comprendendo
  - un insieme di utenze (U), comprendente a sua volta un insieme di utenze intelligenti (UI), dotate di sistemi di controllo (SC), detto insieme di utenze (U) essendo operativamente connesso a una rete di alimentazione dell'energia (RE);
  - mezzi di misura della potenza (CE, NM) attiva trasmettere informazioni sul consumo della potenza (PD) a detti sistemi di controllo (SC);  
laddove i sistemi di controllo (SC) operano il controllo del consumo di potenza dell'utenza intelligente (UI) associata in base alle informazioni sul consumo di potenza (PD) trasmesse dai mezzi di misura della potenza (CE, NM), caratterizzato dal fatto che ciascun sistema di controllo (SC) opera il controllo del consumo di potenza dell'utenza intelligente (UI) associata in base alle informazioni sul consumo di potenza (PD) e informazioni di stato dell'utenza intelligente (UI) associate ottenute dal sistema di controllo (SC) stesso; dette informazioni sul consumo di potenza (PD) e informazioni di stato (PriorEff) dell'utenza intelligente (UI) essendo elaborate per determinare una priorità (PriorEff), al fine di stabilire il diritto dell'utenza intelligente (UI) associata al consumo di pacchetti di potenza ( $\Delta P$ ) fruibili dalla rete di alimentazione dell'energia (RE)
2. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di impiegare detta priorità (PriorEff) come valore iniziale attribuito a ciascuna corrispondente unità intelligente (UI), in un procedimento di competizione (S.2, S.6, S.7) nell'ambito dell'insieme di unità intelligenti (UI).
3. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze

*Merloni Elettrodomestici*  
*Merloni Elettrodomestici*

secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di rendere detta  
variabile nel tempo in funzione delle informazioni di stato (PRD).  
tà (PriorEff)

4. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze  
secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detta priorità (PriorEff) è ricavata  
sulla base di un valore di una priorità dinamica (PRD) facente parte delle informazioni di  
stato dell'utenza intelligente (UI).

5. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze  
secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che la priorità (PriorEff) viene  
impiegata per il controllo di mezzi di conteggio del tempo (TP) che fanno evolvere il  
valore di detta priorità (PR) per attuare il procedimento di competizione (S.2, S.6., S.7).

6. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze  
secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che in corrispondenza di valori  
determinati assunti dall'informazione sul consumo di potenza (PD) il sistema di controllo  
(SC) passa in uno stato di competizione a crescere (S.2; S6), riducendo contestualmente  
il consumo di energia.

7. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze  
secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che, in detto stato di competizione a  
crescere (S.2; S6), quando l'evoluzione della priorità (PriorEff) imposta dai mezzi di  
conteggio del tempo (TP) è terminata, il sistema di controllo (SC) valuta l'informazione  
sul consumo di potenza (PD) per stabilire delle successive transizioni (T.2, T.3, T.4, T.16,  
T.20, T.21, T.22, T.23).

8. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze  
secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che dette successive transizioni (T.2,  
T.3, T.4, T.16, T.20, T.21, T.22, T.23) vengono stabilite anche in base a dei valori di  
soglia di potenza (K0; K1; K2, K3, K4, K5) immagazzinati nel sistema di controllo (SC)

Merloni Elettrodomestici

9. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che detti valori di soglia di potenza (K0; K1; K2, K3, K4, K5) sono regolabili.

10. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che detti valori di soglia di potenza (K0; K1; K2, K3, K4, K5) sono regolabili differentemente per ciascuna utenza intelligente (UI).

11. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che le successive transizioni comprendono il prelievo (T.2; T.22) di un pacchetto di energia disponibile ( $\Delta P$ ) dalla rete di alimentazione (RE).

12. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che le successive transizioni comprendono una transizione (T.2) ad uno stato di quiescenza (S.4).

13. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto che in detto stato di quiescenza (S.4) la priorità (PriorEff) viene azzerata e successivamente incrementata a velocità costante.

14. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che il consumo di potenza dell'utenza intelligente (UI) viene ridotto, tramite disattivazione.

15. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che in corrispondenza di secondi valori determinati assunti dall'informazione sul consumo di potenza (PDS; K2), il sistema di controllo (SC) passa in uno stato di competizione a decrescere (S.2), al fine di ridurre il

consumo di energia.

16. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze secondo la rivendicazione 15, caratterizzato dal fatto che detto stato di competizione a decrescere (S.6) i mezzi di conteggio del tempo (TP) fanno evolvere la priorità (PriorEff) in verso opposto all'evoluzione dello stato di competizione a decrescere ( S.7).

17. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze secondo la rivendicazione 15, caratterizzato dal fatto che detto stato di competizione a decrescere (S.6) l'unità (UI) i cui i mezzi di conteggio del tempo (TP) giungono a fine conteggio può scegliere di effettuare una transizione (T.14) in cui cede un pacchetto di potenza ( $\Delta P$ ).

18. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto di, in corrispondenza di determinati valori dell'informazione sulla potenza disponibile (PD), disattivare immediatamente le utenze (UI) con priorità (PriorEff) inferiore ad una soglia fissa

19. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto di, in corrispondenza di determinati valori dell'informazione dell'informazione sulla potenza disponibile (PD), disattivare immediatamente le utenze (UI) con priorità (PriorEff) inferiore ad una soglia legata all'informazione sulla potenza disponibile (PD).

20. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che al sistema di controllo (SC) di ciascuna unità intelligente (UI) è permesso di fare uso di strategie a Carico Ridotto e/o strategie a Consumo Ridotto.

21. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze



Merloni Elettrodomestici

Bulet

secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che ogni utenza intelligente (UI) assume valori di priorità dinamica (PRD) diversi da quelli di ciascuna altra utenza intelligente (UI) al fine di evitare che l'insieme di utenze (U) incorra in situazioni di oscillazione.

22. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che ciascuna utenza intelligente (UI) preleva un pacchetto di potenza ( $\Delta P$ ) in un istante differente al fine di evitare che l'insieme di utenze (U) incorra in situazioni di oscillazione.

23. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze, dove a ciascuna utenza è associata una priorità (PriorEff) per l'accesso al consumo di energia, caratterizzato dal fatto di utilizzare detta priorità (PriorEFF) per inizializzare in maniera proporzionale a detta priorità (PriorEff) un timer (TP) e di permettere l'accesso al consumo di energia all'utenza (UI) il cui rispettivo timer (TP) termina per primo il proprio conteggio.

24. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze, secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che il Timer di Priorità (TP) è realizzato attraverso un contatore che impiega un numero di bit maggiore di un numero di bit impiegato per definire la priorità (PriorEff).

25. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto di utilizzare i bit più significativi (P8...P1) del Timer di Priorità (TP) per rappresentare la priorità (PriorEff) e di utilizzare i bit meno significativi (I3, I2, I1) per una seconda scansione temporale.

26. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze, dove a ciascuna utenza (UI) è associata una priorità (PriorEff, PRD) per l'accesso al consumo di energia, caratterizzato dal fatto che prevede che ogni utenza intelligente (UI)

definisca autonomamente la propria priorità dinamica (PRD) in funzione dello stato di funzionamento dell'utenza (UI) stessa e di informazioni di ambiente.

27. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che la priorità dinamica (PRD) è definita in funzione di informazioni quali durata del servizio dell'utenza e/o programma in esecuzione e/o fase del programma e/o tempo restante per la fine della fase e/o possibilità di riconfigurare il programma in modo di richiedere meno potenza e/o abitudini dell'utente e/o orario entro cui è richiesta la fine del servizio e/o fasce orarie delle tariffe dell'energia elettrica.

28. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze, secondo la rivendicazione 26 o 27, caratterizzato dal fatto che la priorità dinamica (PRD) è determinato tramite circuiti di elaborazione che operano secondo i principi della fuzzy logic.

29. Sistema di utenze, comprendente un insieme di utenze (U), comprendente a sua volta un insieme di utenze intelligenti (UI), dotate di sistemi di controllo (SC), detto insieme di utenze (U) essendo operativamente connesso a una rete di alimentazione dell'energia (RE) e comprendente inoltre mezzi di misura dell'energia (CE, NM), atti a trasmettere informazioni sul consumo dell'energia (PD) a detti sistemi di controllo (SC), laddove i sistemi di controllo (SC) operano autonomamente il controllo del consumo di energia dell'utenza intelligente (UI) associata in base alle informazioni sul consumo di energia (PD) trasmesse dai mezzi di misura dell'energia (CE, NM) caratterizzato dal fatto che il sistema di controllo (SC) comprende mezzi (TB6;TB7;TB8) per elaborare un valore di priorità (PRD).

30. Sistema di utenze, secondo la rivendicazione 26, caratterizzato dal fatto che il sistema di controllo (SC) comprende mezzi di conteggio del tempo (TP) per eseguire un conteggio

31. in base al valore del valore di priorità (PRD).

32. Sistema di utenze, secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che il sistema di controllo (SC) comprende circuiti di elaborazione di tipo fuzzy logic per determinare il valore di priorità dinamica (PRD).

33. Sistema di utenze, secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che il sistema di controllo (SC) è associato a mezzi di segnalazione acustica e/o visiva per segnalare informazioni sul consumo di energia (PD).

34. Metodo di gestione del consumo di potenza elettrica da parte di un sistema di utenze e/o sistema di utenza secondo gli insegnamenti della presente descrizione e dei disegni annessi.

\* \* \* \* \*

Merloni Elettrodomestici S.p.A.  
Il Procuratore Ing. Roberto Dini

*Roberto Dini*



F0 99A 000552

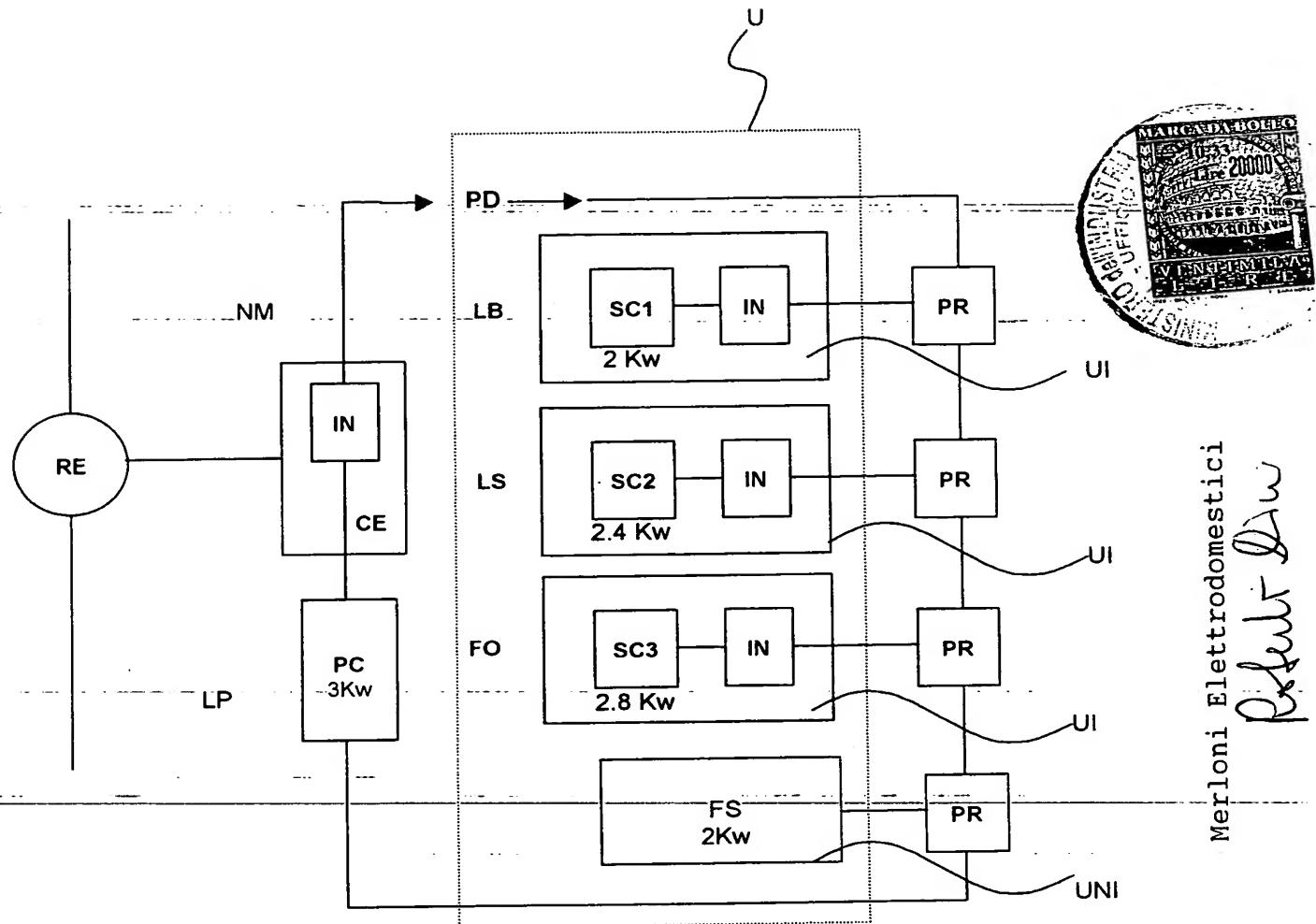


Figura 1



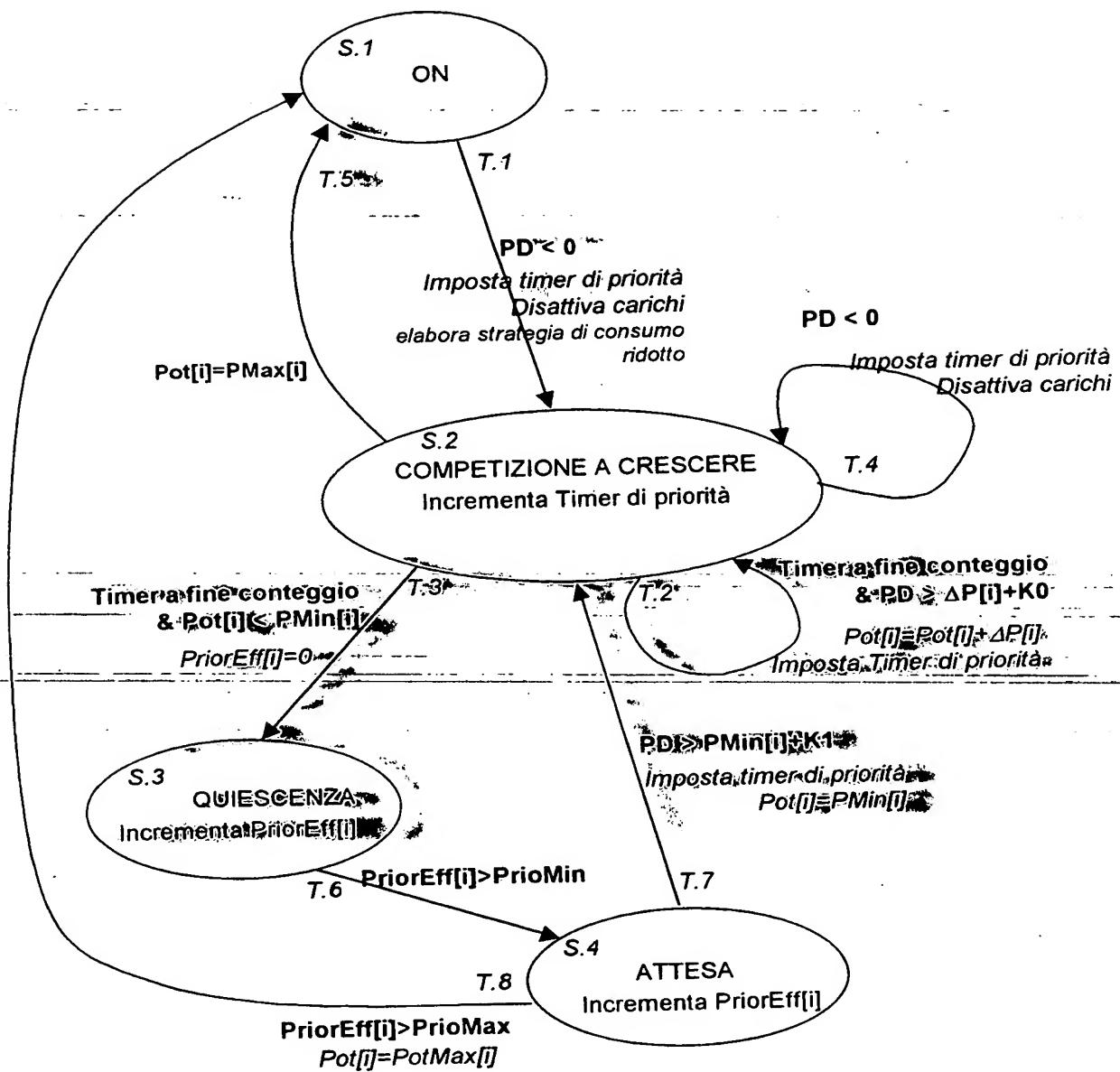
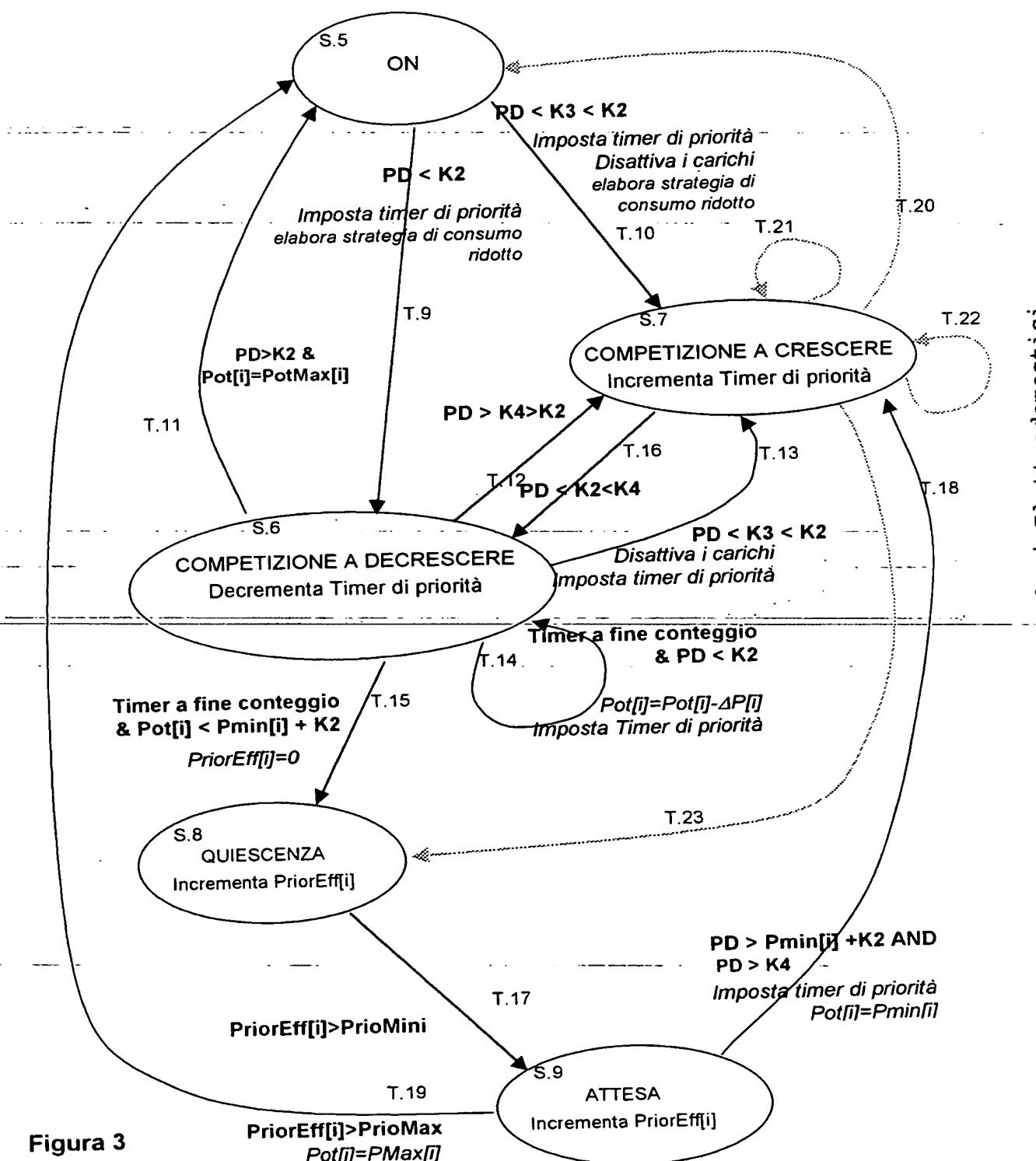


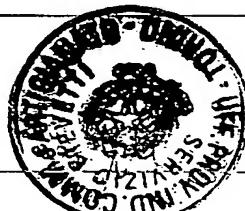
Figura 2



PO 99A 000552



**Figura 3**



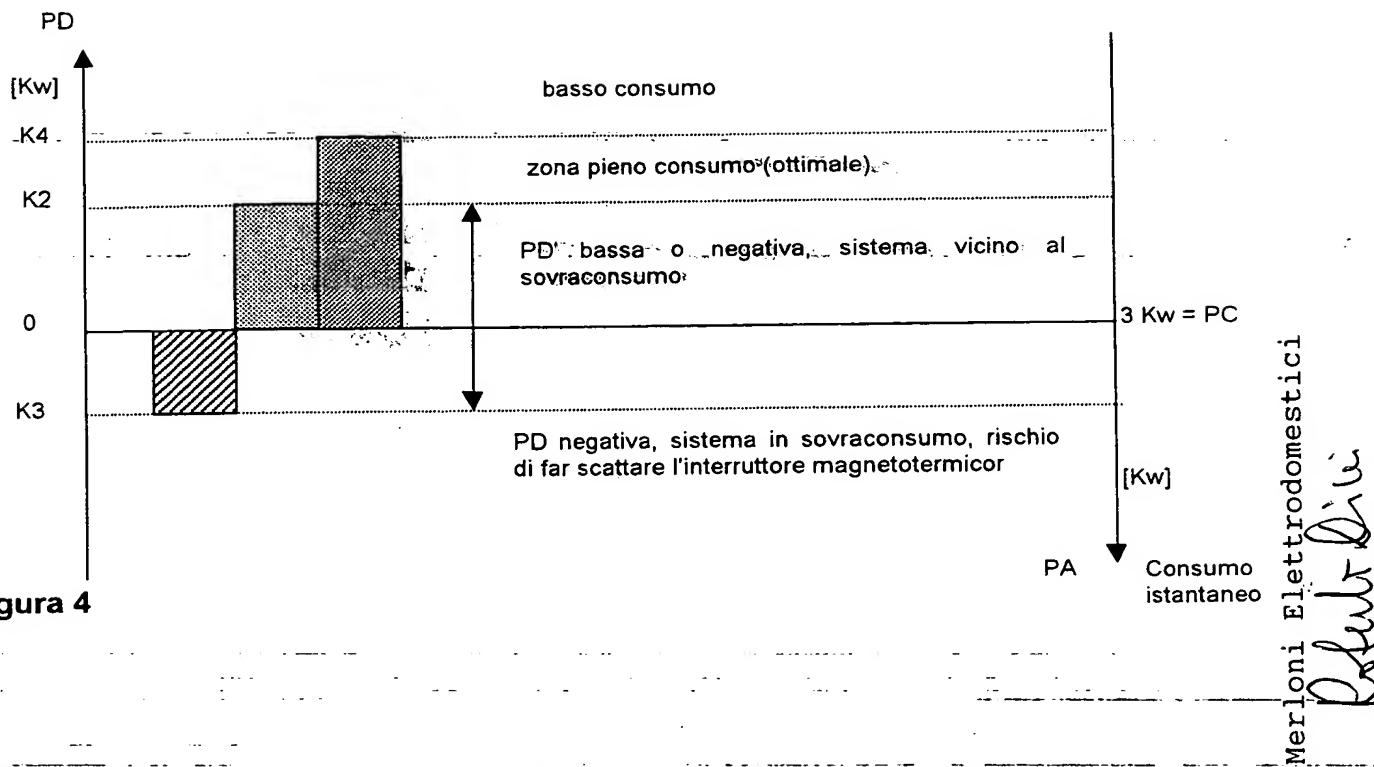


Figura 4

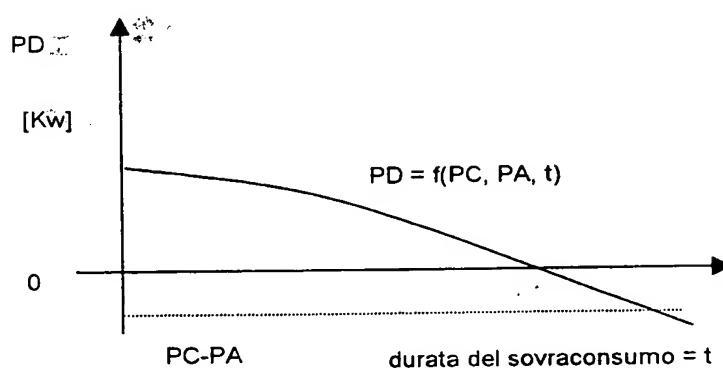


Figura 5



FO 99 000552

Priorità dinamica PRD: funzioni di appartenenza dell'output	PRD Bassa	PRD Media	PRD Alta
Lavabiancheria	40	70	105
Forno	60	100	120
Frigo	20	65	125

Figura 6

TB6

Se il programma è lana e il tempo-mancante-alla-fine-del-riscaldamento è poco allora priorità media  
 Se il programma è cotone e il tempo-mancante-alla-fine-del-riscaldamento è poco allora priorità bassa

TB7

Merloni Elettrodomestici

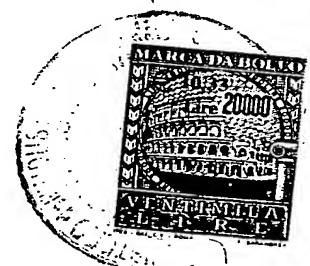
Realtà Due

Figura 7

TB8

Priorità dinamica PRD: funzioni di appartenenza dell'output	PRD Bassa	PRD Media	PRD Alta
Cotone	40	70	100
Sintetici	40	80	110
Lana	80	100	120

Figura 8



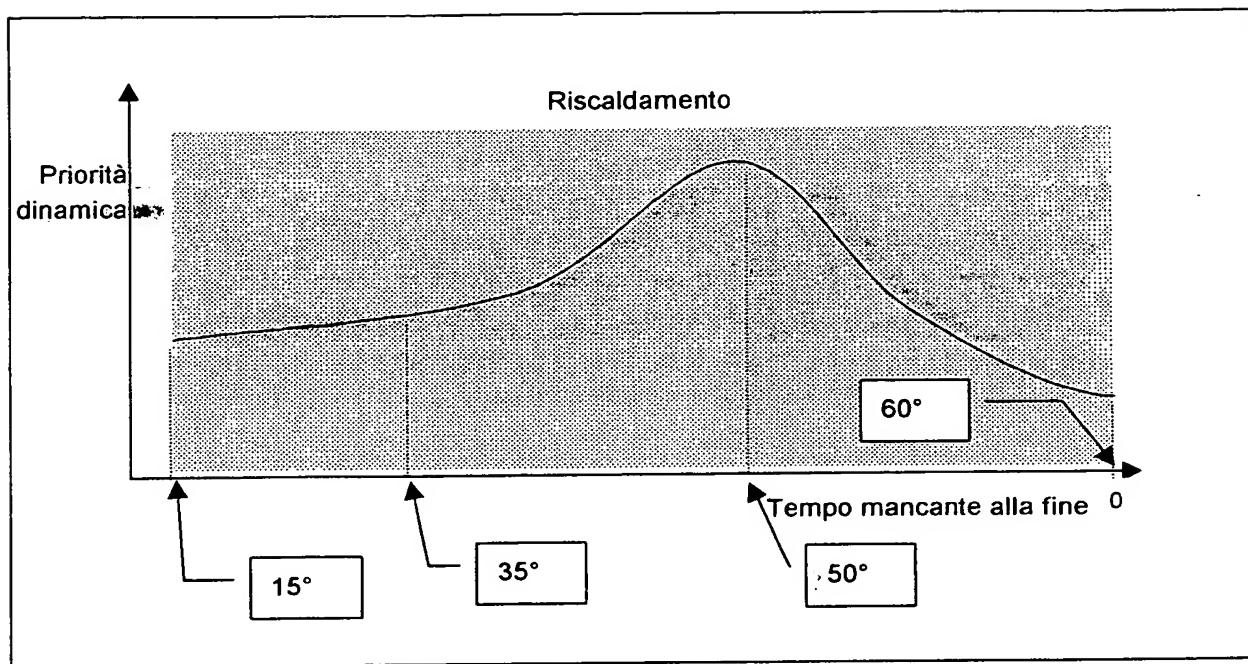


Figura 9

Merloni Elettrodomestici  
Roberto D'Amico

TP

P8'	P7'	P6'	P5'	P4'	P3'	P2'	P1'	0	0	0	0	0	0	0	0
bit di priorità	bit di indirizzo														

Figura 10

TP

1	1	1	1	1	1	1	I3	I2	I1	1	1	1	1	1	1
bit di priorità	bit di indirizzo														

Figura 11

TP

P8'	P7'	P6'	P5'	P4'	P3'	P2'	P1'	0	0	0	0	0	0	0	0
bit di priorità	bit di indirizzo														

Figura 12

